

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO SEGURANÇA PERIÓDICA

DOC Nº RIS202401002

EQUIPAMENTO:	DISTRIBUIDOR DE LIQUIDO 01
TAG:	VP002
SETOR:	SALA DE MÁQUINAS

MARFRIG GLOBAL FOODS – BATAGUASSU- MS

NOVEMBRO – 2024

DADOS DE PLACA DO EQUIPAMENTO

Equipamento: Distribuidor de liquido

Tipo de Equipamento: Horizontal **Modelo:** TC DL 05

Fabricante: TOP COLD/THERM TECH

Fluido Principal: Amônia **Nº de Série:** 1174-04 **Categoria:** III

Classe do Fluido: A **Grupo Potencial de Risco:** 4

Pressão Máxima de Trabalho Admissível: 16,00 kgf/cm²

Pressão de teste hidrostático: 24,00 kgf/cm²

Volume Interno: 1,03 m³

Ano de Fabricação: 2021 **Código da inspeção:** VP002 INDUSTRIALIZADOS

Código de Projeto: Asme VIII Divisão 01 – Ed 2017

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

LOCALIZAÇÃO

EMPRESA: MARFRIG GLOBAL FOODS
SETOR: INDUSTRIALIZADOS - UTILIDADES
ENDEREÇO: ROD. BR 267 KM 35 CEP 79.780-000
CIDADE: Bataguassu
BAIRRO: Zona Rural
ESTADO: Mato Grosso do Sul (MS)
CNPJ: 03.853.896/0002-20



TIPO DE INSPEÇÃO EXECUTADA

13.5.4.1 Os vasos de pressão devem ser submetidos a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária.

INICIAL

PERIÓDICA

EXTRAORDINARIA

Procedimento de Inspeção Adotado:

- Análise de Conformidade da Documentação do Equipamento com a Norma Regulamentadora N° 13 M.T.E Portaria GM n° 3214 de 08 de junho de 1978, e suas respectivas portarias e atualizações.
- Condições físicas do vaso/ dispositivos de segurança.
- Exame visual externo: Identificação de defeitos físicos facilmente visíveis como trincas, alterações de acabamento superficial, soldas pobres etc.
- Análise da espessura das chapas e dispositivos de construção: Verificação da espessura das chapas que estruturam o equipamento por meio de medição ferromagnética.
- Análise em local de instalação do equipamento: Verificação direcionada para o local onde o equipamento se encontra instalado.

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO

Exigência Normativa NR 13.5.1.5	Status
Prontuário do Vaso de Pressão	SIM
Registro de Segurança	SIM
Comprovação documental de teste hidrostático	SIM
Projeto de Alteração ou Reparo	NÃO APLICÁVEL
Relatório de Inspeção	SIM
Certificados de Calibração dos Dispositivos de Segurança	SIM

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA
VISTA FOTOGRÁFICA DO EQUIPAMENTO



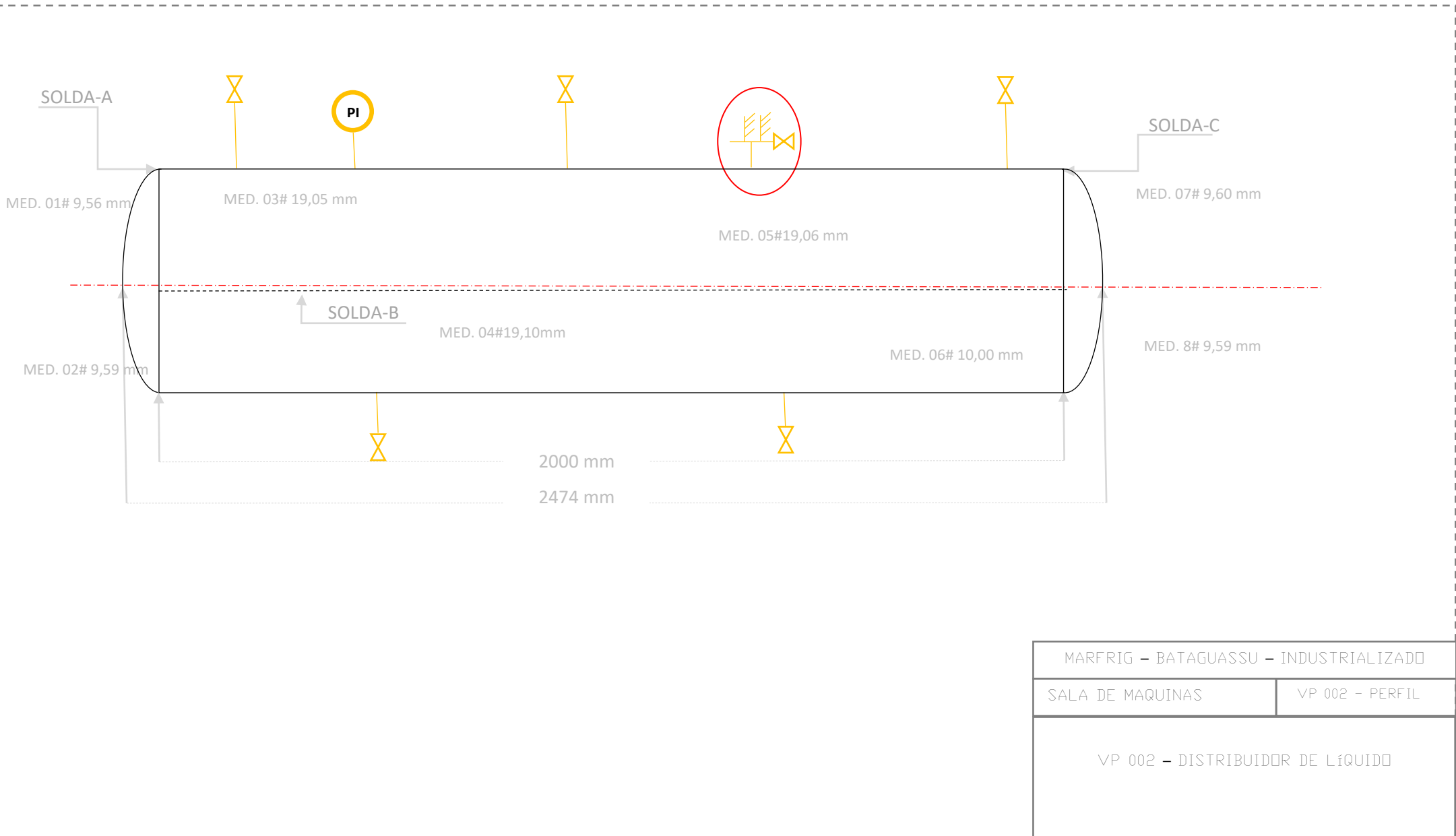
RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

EXAME VISUAL EXTERNO

INSPEÇÃO EXTERNA						
(A)APROVADO (R)REPROVADO		(NE)NÃO EXISTENTE		(NA)NÃO APLICÁVEL		
ITENS VERIFICADOS		A	R	NE	NA	OBSERVAÇÕES/COMENTÁRIOS
01	ALINHAMENTO	X				SEM OBSERVAÇÕES
02	PRUMO	X				
03	S.P.D.A	X				
04	BARREIRA DE CONTENÇÃO				X	
05	ESTRUTURAL PISO/FUNDAÇÃO				X	
06	SUPORTAÇÃO	X				
07	CHUMBADORES	X				
08	COSTADO	X				
09	TAMPOS	X				
10	BOCAIS	X				
11	PARAFUSOS/ESTOJOS/PORCAS	X				
12	JUNTAS PARAFUSADAS	X				
13	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	X				
14	NUMERO OU CODIGO DE IDENTIFICAÇÃO	X				
15	CATEGORIA	X				
16	SOLDAS DO COSTADO	X				
17	SOLDAS DOS TAMPOS	X				
18	SOLDAS DOS BOCAIS	X				
19	OUTRAS SOLDAS	X				
20	ISOLAMENTO EXTERNO				X	
21	VIBRAÇÕES	X				
22	VAZAMENTOS	X				
23	PINTURA	X				
24	VÁLVULAS DE BLOQUEIO	X				
25	DISPOSITIVO INDICADOR DE PRESSÃO INTERNA DO VASO	X				
26	MEDIDOR/VISOR DE NÍVEL				X	
27	PRESSOSTATO				X	
28	PURGADORES				X	
29	TERMÔMETRO				X	
30	DISPOSITIVO DE SEGURANÇA	X				

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

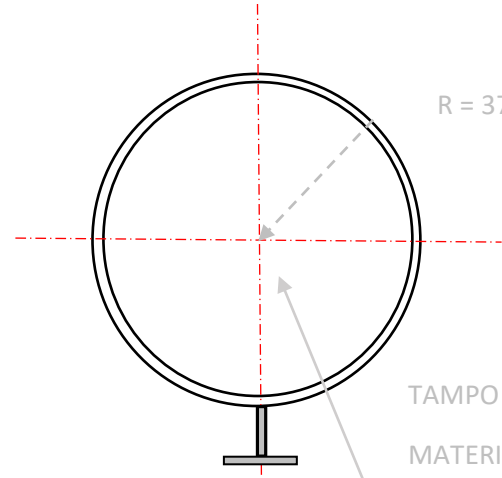
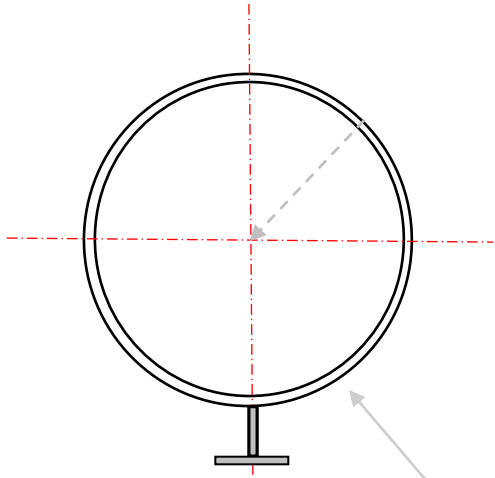
LAY OUT



MARFRIG – BATAGUASSU – INDUSTRIALIZADO	
SALA DE MAQUINAS	VP 002 – PERFIL
VP 002 – DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO	



RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA



R = 375,00 mm

TAMPO

MATERIAL DA CHAPA DE AÇO

ASTM-A 516 17 70 ESPESSURA NOMINAL 9,53 mm

COSTADO

MATERIAL DA CHAPA DE AÇO

ASTM-A 516 17 70 ESPESSURA NOMINAL 7,95 mm

MARFRIG – BATAGUASSU – INDUSTRIALIZADO

SALA DE MAQUINAS

VP 002 – PERFIL

VP 002 – DISTRIBUIDOR DE LIQUIDO



RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

Tabela de leituras

Ponto	Espessura Nominal	Espessura Mínima	Espessura Medida
MED.01	9,54 mm	5,13 mm	9,56 mm
MED.02	9,54 mm	5,13 mm	9,59 mm
MED.03	19,05 mm	6,29 mm	19,05 mm
MED.04	19,05 mm	6,29 mm	19,10 mm
MED.05	19,05 mm	6,29 mm	19,06 mm
MED.06	19,05 mm	6,29 mm	19,00 mm
MED.07	9,54 mm	5,13 mm	9,60 mm
MED.08	9,54 mm	5,13 mm	9,59 mm

EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA DADOS DA ESPESSURA DE CHAPA:

MEDIDOR DE ESPESSURA POR ULTRASSOM

FABRICANTE: METROTOKYO MODELO: MTK-1310 NEW

FAIXA DE MEDIÇÃO: 0.001 mm – 225 mm

ACCURACY: ± 0.01

DISPOSITIVO DE ALIVIO E SEGURANÇA

OPERANTE

INOPERANTE



DISPOSITIVO DE SEGURANÇA INSTALADO NO VASO DE PRESSÃO

TIPO DE DISPOSITIVO		VALVULA DE SEGURANÇA	
FABRICANTE		VALVUGÁS	
IDENTIFICAÇÃO		PSV-DL-01 A	
CONEXÃO ENTRADA	3/4"	CONEXÃO SAÍDA	1"
PRESSÃO DE ABERTURA		16,0kgf/cm ²	
DATA DA CALIBRAÇÃO		04/02/2024	

DISPOSITIVO DE SEGURANÇA INSTALADO NO VASO DE PRESSÃO

TIPO DE DISPOSITIVO		VALVULA DE SEGURANÇA	
FABRICANTE		VALVUGÁS	
IDENTIFICAÇÃO		PSV-DL-01B	
CONEXÃO ENTRADA	3/4"	CONEXÃO ENTRADA	1"
PRESSÃO DE ABERTURA		16,0kgf/cm ²	
DATA DA CALIBRAÇÃO		04/02/2024	

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

DISPOSITIVO DE LEITURA DA PRESSÃO



OPERANTE



INOPERANTE



DISPOSITIVO DE LEITURA DE PRESSÃO INSTALADO NO VASO DE PRESSÃO

TIPO DE DISPOSITIVO		MANOVACUÔMETRO	
FABRICANTE		THERM TECH	
IDENTIFICAÇÃO		PI-DL-01	
CONEXÃO ENTRADA	1/2	CONEXÃO SAÍDA	5"
ESCALA		-1 á 21 kgf/cm ²	
DATA DA CALIBRAÇÃO		13/01/2024	

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DO VASO



ANÁLISE DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Requisitos de Instalação do Vaso de Pressão NR 13 Item 13.5.2.2	Existência dos requisitos citados
Dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas;	SIM
Dispor de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação e inspeção, sendo que, para guarda corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;	SIM
Dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas;	SIM
Dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;	SIM
Possuir sistema de iluminação de emergência.	SIM

DATA DE REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO

INICIO: 25/11 /2024

TÉRMINO: 25/11/2024

PARECER TÉCNICO

De acordo com as inspeções e aferimentos citados acima o equipamento está **apto** a operar dentro das condições de projeto exceto se existir possíveis alterações sem a prévia comunicação ao inspetor responsável citado neste relatório.

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

PRÓXIMA INSPEÇÃO

NR 13 Item 13.4.5 alínea “a”

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno
I	1 ano	3 anos
II	2 anos	4 anos
III	3 anos	6 anos
IV	4 anos	8 anos
V	5 anos	10 anos

Portanto fica estabelecido que a próxima inspeção periódica do vaso deve ser realizada até a data:

MÊS

NOVEMBRO

ANO

2027


RECOMENDAÇÕES GERAIS

1. Manter operadores treinados de acordo com o anexo 01 da NR 13.
2. Manter plano de manutenção preventiva do vaso.
3. Aprimorar fixação de escada de acesso a parte superior do vaso de pressão

Responsabilidade Técnica
Alfa Service Eireli - ME
21.006.932/0001-11



ART - Supervisão/Coordenação
Renato Rodrigues Borges
Engenheiro Mecânico
Crea 1008294713D-GO
RNP: 1008294713


Renato Rodrigues Borges
Eng. Mecânico
CREA: 1008294713D-GO

Bataguassu, 27 de Novembro de 2024

ANEXO 01- EQUIPAMENTO PADRÃO



Laboratório de Metrologia

Certificado de Calibração

0550-2763

Pag. 01/01

1- **CONTRATANTE:** ALFA SERVICE EIRELI
ENDEREÇO: Rua Nicanor de Faria, SN - Quadra 21, lote 15, piso 1 - Itaberai/GO
SOLICITANTE: O mesmo
ENDEREÇO: O mesmo

2- **INSTRUMENTO:** MEDIDOR DE ESPESSURA POR ULTRASSOM
Marca: Metrotokyo
Modelo / Código: MTK-1310 NEW
Identificação: Não Consta
Número de Série: H21569637
Faixa de Medição: 1,0 à 225 mm
Menor Divisão: 0,01 / 0,1 mm
Ordem de Serviço: 0550/27

3- **Procedimento de Calibração:**
 A realização da calibração foi baseada em nosso procedimento interno: QPCA-066 Rev.: 01 o qual possui referências as normas aplicáveis e vigentes ao instrumento supra citado.

4- Padrão(ões) de Referência Utilizado(s):

DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO	CERTIFICADO Nº	ÓRGÃO CALIBRADOR	VALIDO ATÉ
Jogo de Blocos Padrão	MTK-10 A e MTK-10 B	859/22	LAB CAL 0158	08/2025

5- Resultados (mm) :

GRANDEZA DIMENSIONAL						
Indicação no Padrão	Indicação no instrumento	Erro Sistemático	Incerteza (\pm)	Erro Total	Critério Cliente	Situação
1,0	1,13	0,13	0,01	0,14	-	-
3,0	3,00	0,00	0,01	0,01	-	-
6,0	6,05	0,05	0,01	0,06	-	-
10,0	10,05	0,05	0,01	0,06	-	-
15,0	15,02	0,02	0,01	0,03	-	-
20,0	20,05	0,05	0,01	0,06	-	-
30,0	30,01	0,01	0,01	0,02	-	-
40,0	40,08	0,08	0,01	0,09	-	-
50,0	50,09	0,09	0,01	0,10	-	-
60,0	60,01	0,01	0,01	0,02	-	-
80,0	79,99	-0,01	0,01	0,02	-	-
100,00	100,00	0,00	0,01	0,01	-	-

6- Incerteza de Medição: Conforme Tabela Acima:

"A incerteza declarada é baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência $k = 2,00$ para nível de confiança de aproximadamente 95%."

7- Gráfico dos Erros Sistemáticos:



8- Condições Ambientais Durante a Calibração:

Temperatura: 20 ± 1 °C Umidade relativa do ar: < 80 %UR

9- Outras Informações:

Local da Calibração: Metrotokyo Solicitante
 Data de Recebimento: 10/05/24
 Data da Calibração: 10/05/24
 Próxima Calibração: 05/2025

Eduardo Kalinichenko

Eduardo Kalinichenko
 Responsável Técnico

Este certificado é válido exclusivamente para o objeto verificado, não sendo extensivo a quaisquer lotes, mesmo que similares. Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação por escrito deste laboratório.

OCORRÊNCIA

Conforme item 13.5.4 (Inspeção em vaso de pressão), foi realizado a inspeção periódica em caráter de exame externo e interno do vaso de pressão em 25/11/2024.


Constatando-se a condição segura de operação segundo critérios da NR 13 (Norma Regulamentadora 13) publicada na portaria MTb 3214\78 M.T.E e critérios de segurança físicos da instalação sob responsabilidade técnica da empresa Alfa Service.

O relatório da inspeção será entregue ao proprietário e\ou responsável do vaso obedecendo ao item **13.3.8**

Obs. As demais recomendações e resultados dos exames seguem em relatório de inspeção posteriormente a esta inspeção periódica de segurança do equipamento

A PRÓXIMA INSPEÇÃO PERIÓDICA NÃO PODERÁ EXEDER A: NOVEMBRO DE 2027

INSPEÇÃO REALIZADA
ALFA SERVICE
Renato Rodrigues Borges
REGISTRO 1008294713D


Renato Rodrigues Borges
Eng. Mecânico
CREA: 1008294713D-GO

Segunda Feira, 25 de Novembro de 2024

PRONTUÁRIO

NR13

**THERM
TECH**[®]

Soluções em
sistemas térmicos.



Rua Adálio Guilherme da Silva, 215C
Bairro Santa Fé . Caxias do Sul . RS . Brasil
CEP 95047-043 . Fone +55 54 3067 0473

tht@thermtech.com.br

  [thtrefrigeracao](#)

PRONTUÁRIO NR13

EMPRESA: Therm Tech Refrigeração Industrial Ltda

ENDEREÇO: Rua Adálio Guilherme da Silva, Nº 215 – C

BAIRRO: Santa Fé / 95.047-043 Caxias do Sul / RS

TEL: (54) 30670473

SITE: www.thermtech.com.br

GESTÃO DE PROJETO: Thamires Damo

E-mail: thamires@thermtech.com.br

ENGENHEIRO DE PROJETO: Renato Kovaleski

E-mail: renato@thermtech.com.br

Gestão de Documentos: Juliana Gonçalves Almeida

E-mail: juliana.almeida@thermtech.com.br

Cliente: MARFRIG GLOBAL FOODS

Cidade: Bataguassu

UF: MS

Nº Projeto: THT.001.174

Ano: 2022

Caxias do Sul, 24 de outubro de 2022.

APRESENTAÇÃO

Prezado (s),

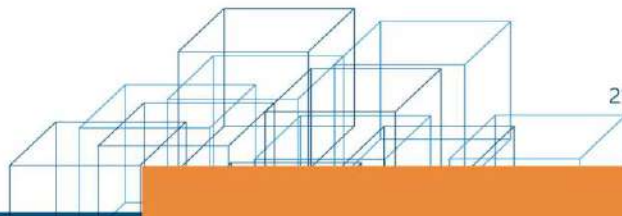
É com satisfação que a **Therm Tech Refrigeração Industrial** apresenta, por meio deste, o prontuário NR13 Distribuidor de Líquido TC DL - 05

Buscando atender as normas existentes no mercado brasileiro, dispomos dentro do sistema da gestão de qualidade, promover as soluções completas em refrigeração de processos industriais atendendo da melhor forma nossos clientes e fornecedores através de tecnologia em soluções de sistemas térmicos.

Anexo

Nesse prontuário encontra-se documentos, manuais, fichas técnicas, bem como os desenhos e memorial de cálculo que fazem parte do projeto, anexo de equipamentos de fornecedores e alguns manuais podem estar na língua inglesa devido ao fato de fornecedores não possuírem os tradução na língua portuguesa.

Atenciosamente,
Equipe Therm Tech.



SUMÁRIO

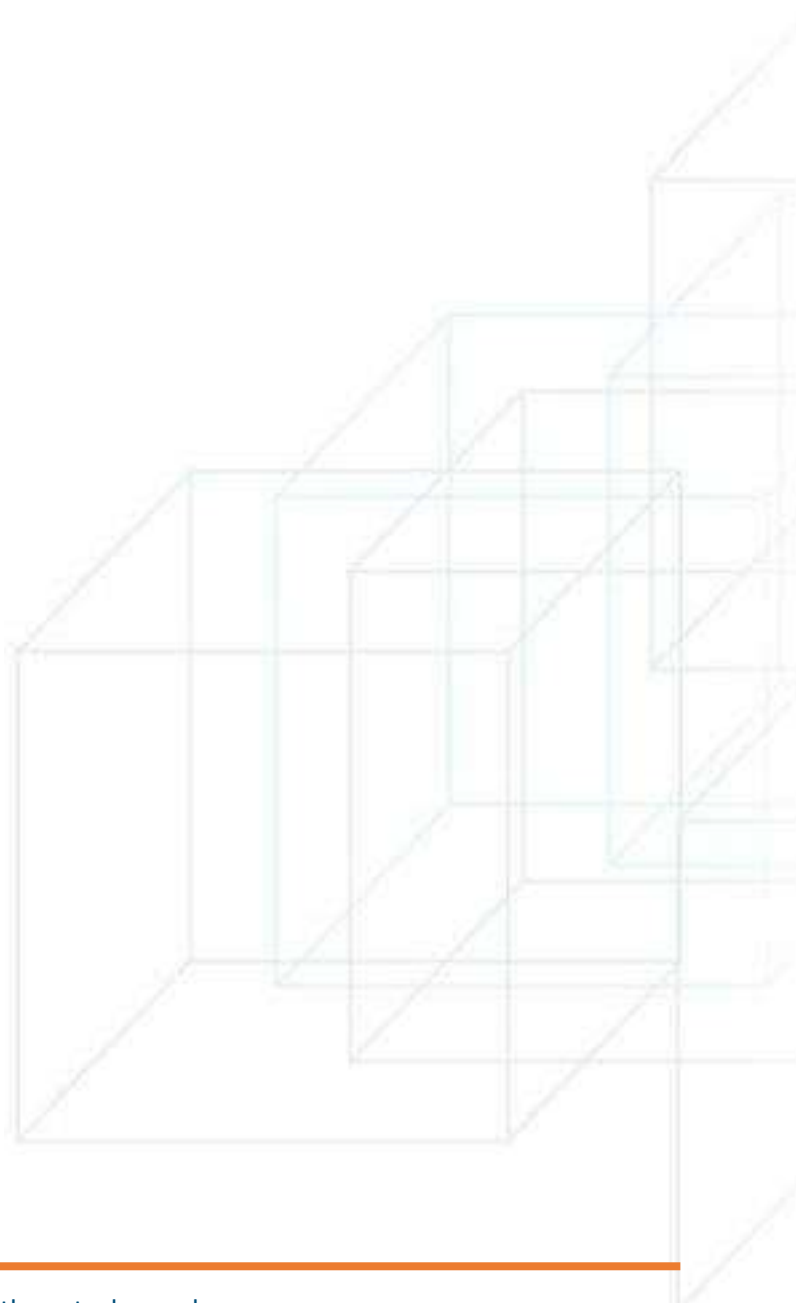
APRESENTAÇÃO.....

Anexo

DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO TCDL - 05.....

NOTA THERM TECH

ANOTAÇÕES



DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO TCDL - 05

1. Informações do equipamento

Projeto..... VASOS - THERMTECH
Identificação do vaso..... TCDL - Ø750X2000
Tipo..... Vaso de pressão
Orientação..... Horizontal
Norma de projeto..... ASME VIII Divisão 1, Edição 2017
Tampo esquerdo Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Tampo direito..... Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17

2. NR-13 - Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanque Metálicos de Armazenamento

Ministério do Trabalho e Emprego

Publicação

Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978

Alterações / Atualizações

Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983

Portaria SSMT n.º 02, de 08 de maio de 1984

Portaria SSST n.º 23, de 27 de dezembro de 1994

Portaria SIT n.º 57, de 19 de junho de 2008

Portaria MTE n.º 594, de 28 de abril de 2014

Portaria MTb n.º 1.084, de 28 de setembro de 2017

Portaria MTb n.º 1.082, de 18 de dezembro de 2018

2.1. Escopo

Esta NR deve ser aplicada aos seguintes equipamentos:

- todos os equipamentos enquadrados como caldeiras conforme item 13.4.1.1 e 13.4.1.2;
- vasos de pressão cujo produto P.V seja superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa, em módulo, e V o seu volume interno em m³;
- vasos de pressão que contenham fluido da classe A, especificados na alínea "a" do subitem 13.5.1.2, independente das dimensões e do produto P.V;
- recipientes móveis com P.V superior a 8 (oito) ou com fluido da classe A, especificado na alínea "a" do subitem 13.5.1.2.
- tubulações ou sistemas de tubulação conectados a caldeiras ou vasos de pressão, de acordo com os itens 13.4.1.2 e 13.5.1.2, contendo fluidos de Classe A ou B de acordo com o item 13.5.1.2 a) da NR-13;
- tanques metálicos de superfície para armazenamento e estocagem de produtos finais ou de matérias primas, não enterrados e com fundo apoiado sobre o solo, com diâmetro externo maior do que 3 m (três metros), capacidade nominal maior do que 20.000 L (vinte mil litros), e que contenham fluidos de classe A ou B, conforme a alínea "a" do subitem 13.5.1.2 da NR-13.

2.2. Classificação do vaso

Pressão máxima de operação	P =	1598,5 kPa
Volume interno	V =	1,0310 m ³
Produto P.V. (kPa.m ³).....	PV =	1648,0 kPa.m ³
P.V. > 8 kPa.m ³ ?.....		Sim
Classe do fluido		A
A NR 13 deve ser aplicada?		Sim
Grupo pontencial de risco	GR =	4
Categoria do vaso		III

2.3. Intervalos para a inspeção periódica

SPIE - Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos	Exame Externo	Exame Interno
Não	3 anos	6 anos
Sim	5 anos	10 anos

2.4. Requisitos de treinamento

Categoria do vaso III

O "Treinamento de Segurança em Unidades de Processo" (Anexo I-B) é mandatório?Não

A operação de unidades que possuam vasos de pressão de categorias I ou II deve ser efetuada por profissional capacitado conforme item B do Anexo I desta NR.

2.5. Documentação do vaso

Todo vaso de pressão deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalado, a seguinte documentação devidamente atualizada.

- a) prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante, de acordo com o item 13.5.1.6 a);
- b) Registro de Segurança em conformidade com o subitem 13.5.1.8;
- c) projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3.3.3 e 13.3.3.4;
- d) relatórios de inspeção em conformidade com o item 13.5.4.14;
- e) certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicável.


2.6. Dados obrigatórios da placa de identificação da NR 13

Fabricante.....
Número de identificação do fabricante
Ano de fabricação..... = 0
Pressão máxima de trabalho admissível PMTA = 16,300 kgf/cm²
Teste hidrostático de fabricação P_t = 21,190 kgf/cm²
Código de projeto e ano de edição Edição 2017
Categoria do vaso..... III

A pressão do teste hidrostático a ser estampada na placa de identificação da NR-13 é a pressão hidrostática de fabricação.

ANÁLOGO.

Sapucaia do Sul, Dezembro de 2021.



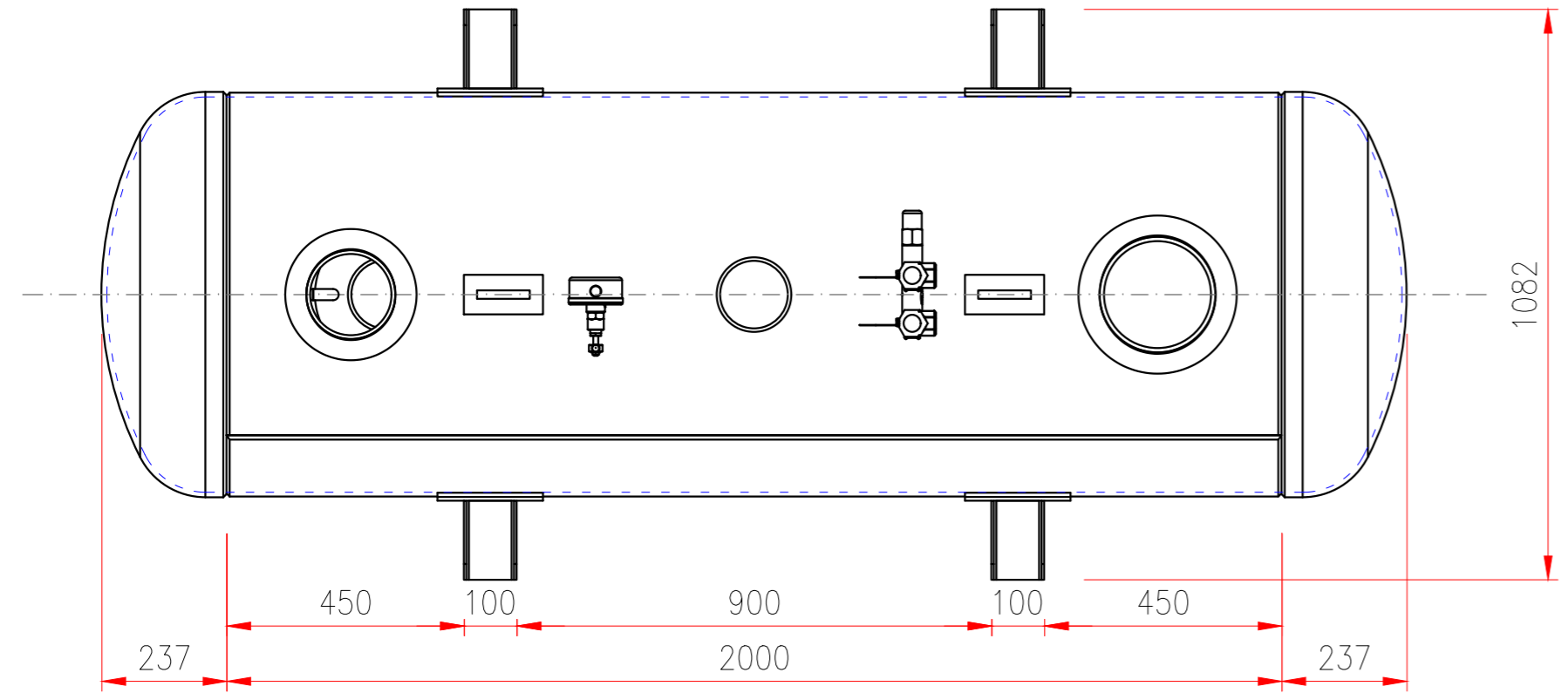
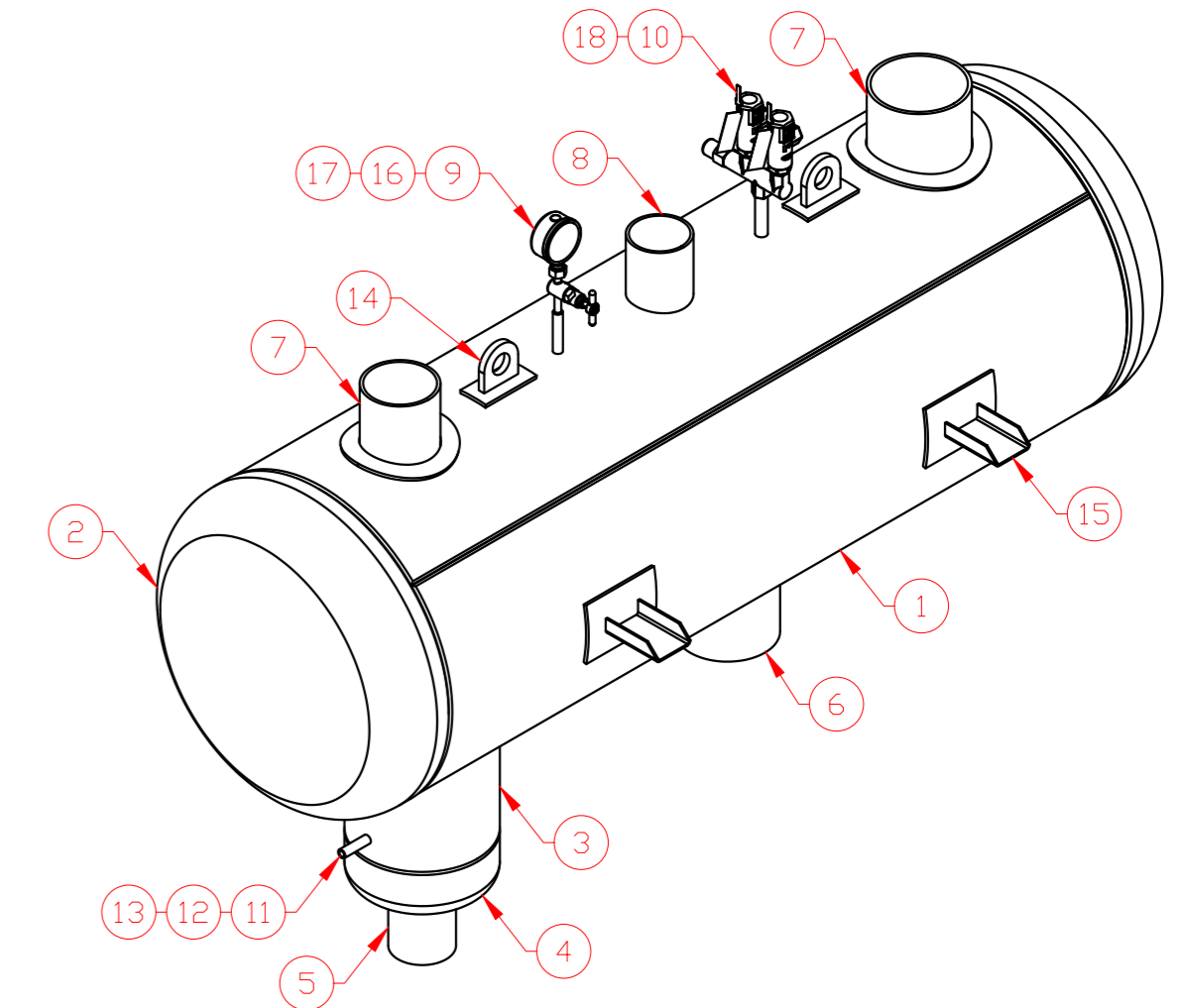
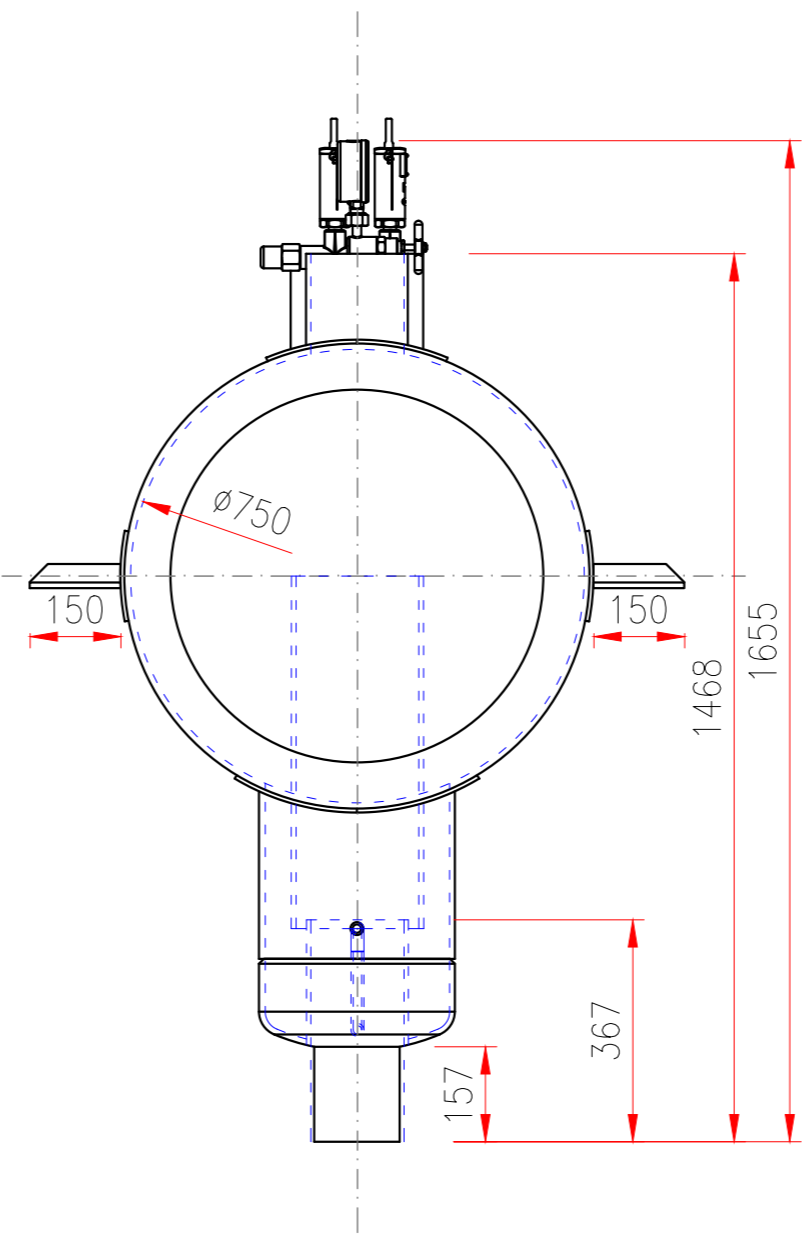
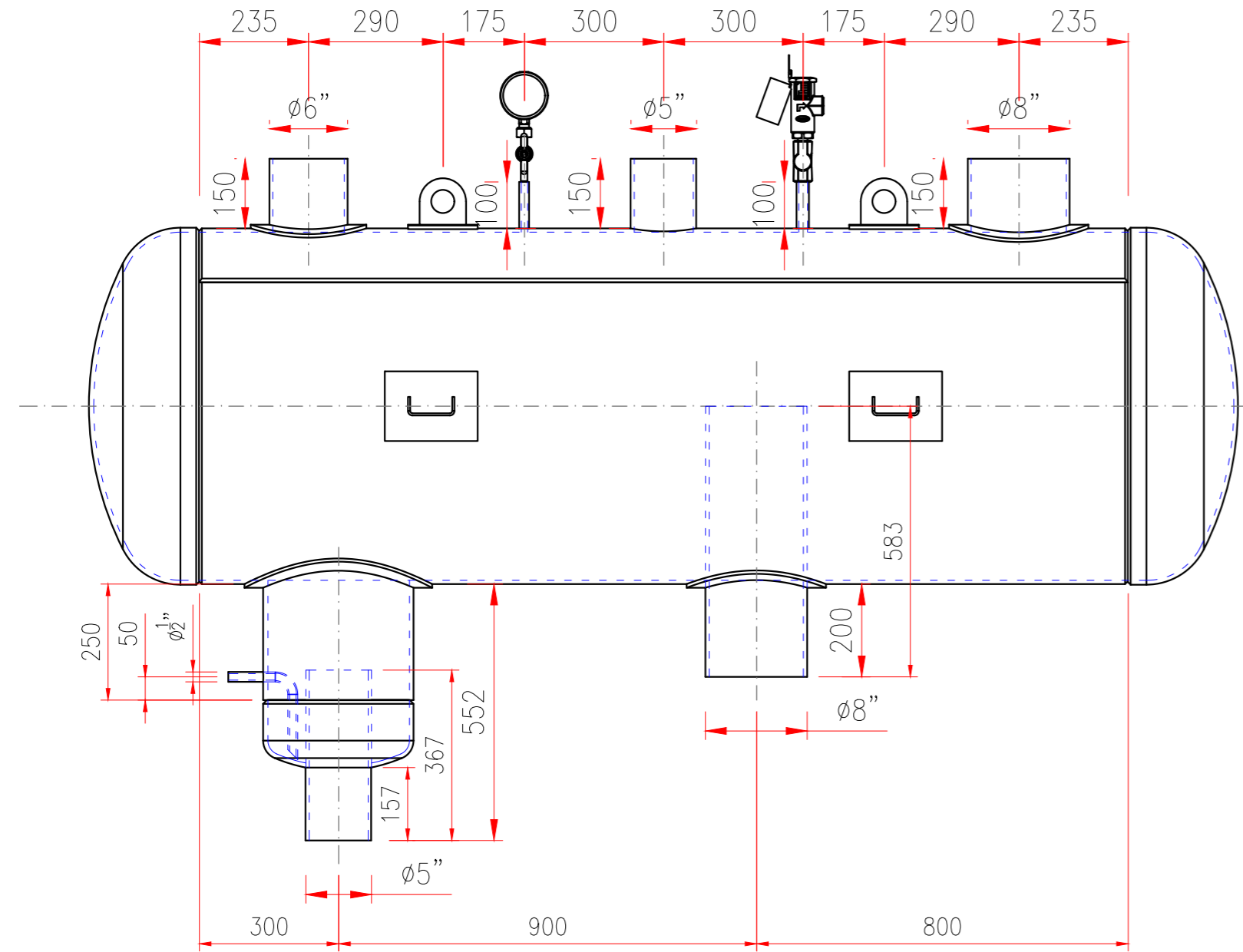
Databook 016/21
Recipiente de Líquido TCDL-05 Ø750x2000mm
Desenho: 3210009
Número de Série: 1164
THERM TECH REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Caxias do Sul - RS

REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA

Sumário

- 1.0. Desenho
- 2.0. Certificado de matéria prima
- 3.0. Certificado dos insumos
- 4.0. Relatórios de Inspeção
- 5.0. Qualificações
- 6.0. Memorial de Cálculo

1.0 Desenho



QT.	DESCRIÇÃO	DIMENSÕES	MATERIAL	CÓDIGO	PESO	
20	TUBO 06" SCH40 S/C	06"x168mm	ASTM A53 GrB	1020026	4,8	
19	REFORÇOS DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO	#8mm	ASTM A516 Gr70	3120010	17,6	
18	VALVULA DE SEGURANÇA DUPLA 03/4"	VSEGD-20	VALVUGAS	1080203	10	
17	MANOVACUÔMETRO PARA NH3	-1/21 kgf/cm ²	FAMABRAS	1080428	0,6	
16	VALVULA PARA MANÔMETRO	VFS-10/100	VALVUGAS	1080185	1	
15	PERFIL UDC 40x100	#3/16"x150mm	SAE1020	1070095	4	
14	OLHAL SUSPENSÃO	#16x100x100mm	ASTM A516 Gr70	3000257	2,5	
13	CURVA 01/2" SCH40 RAI0 LONGO	01/2"x90"	ASTM A234	1090000	0,1	
12	TUBO 01/2" SCH80 S/C	01/2"x100mm	ASTM A53 GrB	1020005	0,2	
11	TUBO 01/2" SCH80 S/C	01/2"x140mm	ASTM A53 GrB	1020005	0,2	
10	TUBO 03/4" SCH80 S/C	03/4"x110mm	ASTM A53 GrB	1020147	0,4	
9	TUBO 01/2" SCH80 S/C	01/2"x110mm	ASTM A53 GrB	1020005	0,3	
8	TUBO 05" SCH40 S/C	05"x165mm	ASTM A53 GrB	1020024	3,6	
7	TUBO 08" SCH40 S/C	08"x168mm	ASTM A53 GrB	1020028	7,2	
6	TUBO 08" SCH40 S/C	08"x583mm	ASTM A53 GrB	1020028	24,8	
5	TUBO 05" SCH40 S/C	05"x367mm	ASTM A53 GrB	1020024	8	
4	CAP 012" SCH40	012"	ASTM A234	1090047	13,4	
3	TUBO 012" SCH40 S/C	012"x295mm	ASTM A53 GrB	1020032	21,8	
2	TAMPO SEMI-ELIPTICO 0750mm	#8x0750mm	ASTM A516 Gr70	3050042	110	
1	CORPO CALANDRADO 0750x2000mm	#8x0750x2000mm	ASTM A516 Gr70	3050141	295	
POS.	QT.	DESCRIÇÃO	DIMENSÕES	MATERIAL	CÓDIGO	PESO

HISTÓRICO DE REVISÕES							
REV.	MODIFICAÇÕES	EXECUTADO	DATA	REV.	MODIFICAÇÕES	EXECUTADO	DATA
01	ALTERAÇÃO CONEXÕES	FELIPE M	08/07/2021				
0	EMIÇÃO INICIAL	FELIPE M	22/06/2021				


TopCold
 REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA.
 RS 118, Km 03, nº 3355 - BAIRRO CAPÃO DA CRUZ
 SAPUCAIA DO SUL/RS - CEP 93226-210
 FONE/FAX (51) 3451-5156
<http://www.topcoldrefrigeracao.com/>

CLIENTE: THERMTECH
 LOCAL: CAXIAS DO SUL-RS
 TÍTULO: DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO TCDL-05
 0750x2000mm ASTM A516 Gr70
 DES. Nº: 3210009
 REV. Nº: 1

OBS:

- ACABAMENTO, DUAS DEMÃOS DE FUNDO PU CINZA;
- PESO: 520 kg.

2.0. Certificado de matéria prima

USIMINAS

USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A.
 USIMINAS, JOSE BOMFIM DE ANDRADE E SILVA - CUBATAO/SP/BRASIL
 SEDE: R. BELLO HORIZONTE - MG - BRASIL
 R. PROF. JOSE VIEIRA DE MENDONÇA, 3011
 BAIRRO ENGENHO NOGUEIRA - CP 806 - CEP: 31310-280
 CNPJ: 60.894.730/0003-08
 INSCRIÇÃO ESTADUAL: 0283121985115

CERTIFICADO DE INSPEÇÃO
INSPECTION CERTIFICATE
CHAPA GROSSA DO LCG
STEEL PLATE

Cliente-Customer: BENAFER S/A COMERCIO E INDUSTRIA

Nota Fiscal
Commercial Invoice
104304 1

Data de Emissão
Date of Issue
10/09/2015

Ordem de Venda
Sale Order
-0,25/+0,76 mm
-0,00/+180,00mm
-6,00/+31,00mm

Nº Certificado
Certificate N°
415334

Item
05

Nº
00359756

Aparência Superfície - Surface Appearance
COMERCIAL SURFACE

Qualidade - Steel
ASTM-A516-10-60

Dimensões Nominais - Nominal Dimensions
8,00x2440x12000 mm

Borda - Edge / Oleamento - Oiled
Natural
Mill Edge

Folha - Sheet = 1

Especificações técnicas aplicáveis. A Usiminas disponibiliza, através do endereço eletrônico
"http://certificado.usiminas.com.br-9090/clientes/certificado/RequisicaoCertificado.jsp", uma ferramenta de verificação da autenticidade dos certificados de seus produtos. Para sua segurança, recomendamos a utilização desse recurso.
Usiminas certifies that the products herein described have been produced in Brazil by using the basic oxygen process (LD), tested and analyzed according to the applicable technical specifications. Usiminas makes available, by using the following website
"http://certificado.usiminas.com.br-9090/clientes/certificado/RequisicaoCertificado.jsp", a tool to be used by the customer to verify (check) product certificate authenticity. Usiminas duly recommends the use of such tool for customer's safety.

Volume	Pecas por Volume	Peso Líquido	Peso Bruto	Corrida	Amostra
	Pieces per Packages	Net Weight	Gross Weight	Heat	Sample
78031503	1	1.920	1.900	573758	221404
78031601*	1	1.930	1.900	573758	221404
78031602	1	1.940	1.935	573758	221414
78031603	1	1.930	1.915	573758	221414
78031701*	1	1.925	1.905	573758	221414
78031702	1	1.930	1.915	573758	221415
78031703	1	1.935	1.930	573758	221415

Peso Bruto Total - Total Gross Weight = 26.910 t - Peso Líquido Total - Total Net Weight = 26.910 t - Pacotes - Packages = 14 - Peças - Pieces = 14

Ensaio de Tracção - Tensile Test

Amostra	Pos	Dir	LE	IR	LE/LR(%)	AL(%)
Sample	TS	YS	TS	YS/TS	El	
221404	TB	T	304,1	458,9	66	31,5
221414	TB	T	305,4	460,6	66	27,0
221415	TB	T	302,7	464,9	65	25,0
221416	TB	T	312,7	467,3	67	28,0
221417	TB	T	309,7	467,4	66	28,0

BM = 200 mm **Unidade de Tensão - Tension Unit = MPa** **S = RETANGULAR**

Composição Química (% Peso) - Chemical Composition (% Weight)

Corrida	Análise	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Mo	N	B
573758	P	0,16	0,214	0,97	0,014	0,008	0,027	0,010	0,002	0,000	0,001	0,020	0,007	0,002	0,0040	0,0000

Condição de Fornecimento - Supply Condition

COMO LAMINADO - AS ROLLED

Abreviaturas - Abbreviations

(*) Volume Amostrado - Mother Plate
 TB = Topo, na borda - Top, at edge
 P = Peneira-Ladle
 LE = Limite de Escamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 Dir = Direcção - Orientation

Abreviaturas - Abbreviations

AL = Alumínio Total - Total Aluminum
 Pos = Posição de Amostragem - Test Location
 BM = Base Média - Gauge Length
 LR = Limite de Resistência - TS = Tensile Strength
 S = Secção Transversal - Cross Transverse
 T = Transversal - Transverse

Conteúdo local de 99,4% conforme CERTIFICADO DE CONTEÚDO LOCAL N° 001-06-60894730006308-004 Asp / EV.

Observações - Remarks
 PEDIDO RS-09/15
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto número 03, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet N° 03 available at Usiminas Extranet



USIMINAS
 USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A.
 USINA INTENDENTE CAMARA - IPATINGA/MG/BRAZIL
 SEDE: BELO HORIZONTE - MG - BRASIL
 AV. DO CONTORNO, 6594
 BAIRRO SAVASSI - CEP: 30110-044
 CNPJ: 60.894.730/0025-82
 INSCRIÇÃO ESTADUAL: 313.002022.0120

A Usiminas certifica que os produtos discriminados foram fabricados no Brasil pelo processo de oxigênio básico (LD), ensaiados e analisados de acordo com as especificações técnicas aplicáveis, através do endereço eletrônico "http://certificado.usiminas.com.br:9080/clientes/certificado/RequisicaoCertificado.jsp", uma ferramenta de verificação da autenticidade dos certificados de seus produtos. Para sua segurança, recomenda-se a utilização desse recurso. Usiminas certifica que os produtos herein described have been produced in Brazil by using the basic oxygen process (LD), tested and analyzed according to the applicable technical specifications. Usiminas makes available, by using the following website "http://certificado.usiminas.com.br:9080/clientes/certificado/RequisicaoCertificado.jsp", a tool to be used by the customer to verify (check) product certificate authenticity. Usiminas duly recommends the use of such tool for customer's safety.

Qualidade - Steel
 ASTM-A516-17-70

CERTIFICADO DE INSPEÇÃO
 INSPECTION CERTIFICATE
 CHAPA GROSSA DO LCG
 STEEL PLATE

CLIENTE-CUSTOMER: BENAFER S A COMERCIO E INDUSTRIA

Tolerâncias - Tolerances
 Espessura-Thickness: -0.25/+0.76 mm
 Largura-Width: -0.00/+180.00mm
 Comprimento-Length: -6.00/+32.00mm

Nota Fiscal
 Commercial Invoice: D 000137775 1

Data de Emissão
 Date of Issue: 12/08/2021

Ordem de Venda
 Sale Order: 00532120

Nº
 Item: 5

Nº Certificado
 Certificate Nº: 5815256

Folha - Sheet = 1
Aparência Superficial - Surface Appearance
 SUPERFICIE COMERCIAL
 COMMERCIAL SURFACE

Dimensões Nominais - Nominal Dimensions
 9,50 x 2440,0 x 12000 mm

Borda - Edge / Oleamento - Oiling
 NAO APARADA E NAO OLEADA
 MILL EDGE AND DRY

Peças por Volume
 Pieces per Packages

Placa Volume
 Slab Package

Corrida Amostra
 Heat Sample

Massa Líquida
 Gross Mass

Massa Bruta
 Gross Mass

Peças por Volume
 Pieces per Packages

Massa Líquida
 Net Mass

Massa Bruta
 Gross Mass

Peças-Pieces = 11
Volumes = 11

Ensaio de Tração - Tensile Test

Amostra Sample	Pos Dir	LE TS	LR TS	LE LR	YS TS	YS LR	LE/LR (%)	AL (%)
58609623	BB C	362	541	67	67	67	25	25
58609647	BB C	367	548	67	67	67	24	24
58622633	BB C	363	528	69	69	69	25	25

Unidade-Unit = N/mm²
 Método de Ensaio LE-Test Method YS = 0,2%
 BM = 200 mm Larg = 38,1 mm S = Retangular

Composição Química (%) - Chemical Composition (%)

Corrida Amostra Heat	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Mo	Sn	As	B	Ca	Sb	Pb	
156432 P	0,22	0,21	1,04	0,015	0,008	0,032	0,01	0,001	0,002	0,001	0,01	0,01	0,00	0,000	0,0037	0,003	0,0002	0,0009	0,001	0,003
156443 P	0,22	0,21	1,03	0,017	0,008	0,029	0,00	0,001	0,002	0,001	0,02	0,01	0,00	0,001	0,0035	0,002	0,0001	0,0010	0,001	0,004
256858 P	0,23	0,19	1,03	0,023	0,010	0,030	0,01	0,001	0,002	0,001	0,02	0,01	0,00	0,000	0,0048	0,003	0,0002	0,0005	0,001	0,003

Condição de Fornecimento - Supply Condition
 COMO LAMINADO - AS ROLLED

Abreviaturas - Abbreviations

* = Volume Amostrado-Mother Plate
 LR = Limite de Resistência - TS = Tensile Strength
 Dir = Direção-Direction
 Pos = Posição de Amostragem-Sampling Position
 BM = Base Medida-Gauge Length
 S = Seção Transversal-Cross Section
 AL = Alumínio Total-Aluminum

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usiminas Extranet

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001

Produto Conforme RoHS&ELV Compliant Product
 100% Recyclable Product

Abreviaturas - Abbreviations

LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 C = Transversal-Transverse
 BB = Base na borda-Bottom at edge
 Larg = Largura-Width Diam = Diâmetro-Diameter
 P = Panela-Ladle

Certificado do tipo 3.1 da norma EN-10204. Certificado of the type 3.1 of the EN-10204.
 Certificamos que este material foi inspecionado e possui nível de radiação abaixo de 1 kBq/kg. We certify that this material has been inspected and the radiation level is less than 1 kBq/kg.
 Conteúdo local de 100% conforme CERTIFICADO DE CONTEUDO LOCAL N° 003-06-00357/2016 DNV.GL.

Observações - Remarks
 Nº do pedido do cliente: RS 08/ 2021 Material do cliente: A516-70 950X2440X12000.
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet available at Usim

3.0. Certificado de Insumos



INSPECTION CERTIFICATE

in accordance with EN 10204 - 3.1

Date: 2021-11-18

Certificate number: EC26623915 rev. 0

Our order:

Your order:

Our reference:

Your reference:

Customer number: NA

Your fax number:

Customer order date:

Your e-mail:

Invoice address

Receiver of certificate

Delivery address

NA

DELIVERED PRODUCT

Brand: ESAB
Description: OK Autrod 12.10 2.5mm 30kg
Item number: **1210252800**
Lot number: **PVV17047708**
Quantity:

CHEMICAL ANALYSIS

Wire/strip

Auxiliary:

C	0.07%
Si	0.07%
Mn	0.46%
P	0.011%
S	0.015%
Cr	0.04%
Ni	0.03%
Mo	0.01%
Cu	0.07%

CLASSIFICATIONS

SFA/AWS A5.17: EL12
EN ISO 14171-A: S1

COMMENTS

Product supplied under a QA Programme fulfilling the EN ISO 9001 standard.

This certificate is produced electronically and is valid without signature.

Please refer any queries to:

ESAB ROMANIA TRADING SRL, Str. Polona, Nr. 68-72 , Etaj 2, Sector 1, Bucharest, Romania

Validation

Josef Moravek

Quality Manager

Produto : OK FLUX 10.71 SACO 25KG

Product/Producto

Lote : VT135F6628

Heat Number/Produccion

Data de Produção : 31.08.2021

Date/Fecha de Produccion

Classificação :

Classification/Clasificación

AWS A5.17-07 ASME SFA5.17/ 2019 F6A2-EL12 F6P2-EM12K F7A4-EM13K F7A4-EM12K F7A2-EM12K F7A5-EM12K

AWS A5.23-07 ASME SFA5.23/ 2013 F8A4-EA3-A3 F10A4-EF6-F6 F7A5-EH12K F7P5-EH12K

Corpos de Prova de Metal Depositado

All-Weld Metal Test Assemblies/Cuerpos de Prueba del Metal Depositado

Análise Química (%)

Chemical Analysis/Análisis Químico

C	Si	Mn	P	S
0,055	0,380	1,260	0,005	0,010
	Al	Cu	Umidade 1000° - Karl Fisc	
	0,023	0,055	0,019	

Propriedades Mecânicas Típicas

Typical Mechanical Properties / Propiedades Mecánicas Típicas

Resistência a Tração (MPa)/Tensile Strength/Resistência a la Tracion	500
Limite de Escoamento (MPa)/Yield Strength/Limite de Fluencia	410
Alongamento (%) /Elongation/Alargamiento	30
Teste de Impacto CHARPY-V (J)/Impact Test/Ensayo de Impacto	40
Temperatura (°C)/Temperature/Temperatura	-46

Análise Granulométrica (% Retida Acumulada)

Sieve Analysis(%Cumulative)/Análisis Granulométrica(%Retida Acumulada)

# 09	# 10	# 12	# 16	# 32
0,000	0,250	9,630	35,400	82,240
		# 60		
		98,500		

Qualidade Radiográfica


Radiographic Test/Calidad Radiografica

ATENDE AOS REQUISITOS SATISFY THE REQUIREMENTS ATIENDE A LOS REQUISITOS

Observações

Observations/Observaciones

TESTE COMO SOLDADO TESTED AS WELDED TESTE COMO SOLDADO
ENSAIOS MECÂNICOS CONFORME AWS B4.0/B4.0M MECHANICAL TESTS IN ACCORDANCE WITH AWS B4.0/B4.0M
ENSAYOS MECÂNICOS COMO AWS B4.0/B4.0M



WI M 76 - ER 70S 6

AWS/ASME SFA. 5.18 ER 70S-6

**Weld-inox**
Soldas Especiais

Separata Técnica de Produtos

Aço Carbono e Baixa L

Descrição

Arame sólido cobreado para soldagem de aços ao carbono estruturais, com excelentes propriedades mecânicas. O depósito de solda possui ótimo acabamento, mesmo em soldagem de chapas onde a condição de limpeza não seja totalmente satisfatória.

Aplicação

METAL BASE :

ASTM A 27 a A36,A 214,A 242 Gr. 1 a 5, A 266 Gr.1,2,4 ,A 283 Gr. A,B,C ,A 299 Gr.A,A 907 Gr. 30,33,36,40,API 5 L Gr. B ,X42-X56.

Composição Química (%)

C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu
0,06-0,15	1,40-1,85	0,80-1,15	0,025 Máx.	0,035 Máx	0,15 Máx	0,15 Máx	0,15 Máx.	0,03 Máx.	0,50 Max.

Propriedades Mecânicas

Resistência a tração (Mpa)	Alongamento (%)	Escoamento (Mpa)	Impacto
480 Mín	22 Mín	400 Mín	27J Mín -30°C

Parâmetros de Soldagem

CURTO CIRCUITO			
Ø (mm)	Amperagem (A)	Voltagem (V)	Vazão de gás (L/mín)
0,80	40-145	15-20	10-14
1,00	50-180	16-22	10-14
1,20	75-200	17-24	12-16
1,60	100-280	18-25	12-16

ARCO SPRAY			
Ø (mm)	Amperagem (A)	Voltagem (V)	Vazão de gas, Info.
0,80	135-200	24-28	12-16
1,00	165-230	24-28	14-18
1,20	200-375	26-32	14-18
1,60	285-400	26-32	16-20

Gás Proteção
98% Argônio + 2% Oxigênio, 75% Argônio + 25% Co2
100% CO2

Amperagem irá variar dependendo da espessura da chapa e posição de soldagem. As informações contidas nesta separata são oferecidas apenas para o conhecimento do produto, por isto não deve ser considerada como garantia ou certificado. Estas informações poderão sofrer alterações sem aviso prévio. Rev. 01 data 31/03/2019

4.0. Relatórios de Inspeção



RELATÓRIO DE ENSAIO
POR ULTRASSOM
ULTRASOUND TEST REPORT

Relatório Nº: ME-US-010
Report nº:
Folha: 1 / 1
Sheet:
Data: 17-12-2021
Date:

INFORMAÇÕES GERAIS - GENERAL INFORMATION

Cliente: Client: Top Cold Refrigeração	Local: Local Test: Sapucaia do Sul - RS		
Material: Material: Aço Carbono A516 70	Equipamento Inspeccionado: Tested Equipment: Distribuidor de Líquido TCDL-05 Ø 750 X 2000mm	Componente Inspeccionado: Tested Component: Soldas de Topo	Obra: Work t: -----
Procedimento: Procedure: PI-ME-007 Rev.0	Norma de Referência: Reference Code: ASME V e VIII	Critério de Aceitação: Evaluation Criteria: ASME VIII	CÓDIGO: Reference : 3210009
Equipamento / Nº de Série: Equipment / Serial Number: Modsonic – Einstein II	Bloco de Referência: Block Reference: V1 e V2	Condição Superficial: Superficial Condition: Escovado	Acoplante: Couplant: Metil Celulose

SUPERFÍCIES DE VARREDURA E CABEÇOTES UTILIZADOS: SURFACES AND SCANNING HEADS USED

Superfície: Surface:	SE	Normal	45°	60°	70°	Cabeçote : Head:	Nº Série: Serial Number:	Ângulo: Angle:	Primário: Primary:	PT	Ganho varredura Gain Scan (dB)
A	X	---	x	X	X	MSEB4H	03525	0°	64db	0db	64db
A	X	---	x	X	X	MWB45	03526	45°	58db	0db	64db
---	---	---	---	---	---	MWB60	04521	60°	62db	0db	68db
---	---	---	---	---	---	MWB70	08965	70°	66db	0db	72db

REGISTRO DOS RESULTADOS - RECORD RESULTS

Identificação: Identification:	Descontinuidade: Discontinuity:								
	Espes.: thickness:	Nº Desc. Number	Cabeçote : Head:	Ganho: Gain:	Local	Comp. Length	Profund.: Depth:	Superf. Surface	Laudo: Report
Soldas Circunf.	---	---	---	---	---	---	---	---	A
Soldas Longit.	---	---	---	---	---	---	---	---	A

OBSERVAÇÃO:
Observation

Realizado ensaio de ultrassom nas Soldas de topo C1, C2 e L1 sendo que as mesmas apresentaram apenas algumas indicações aceitáveis de acordo o Critério de Aceitação.
Resultado: Aprovado

Legenda - Inscription

TL – Trinca Longitudinal - Longitudinal Crack FF– Falta de Fusão - Lack of Fusion PO – Porosidade - Porosity
TT –Trinca Transversal - Transversal Crack FP – Falta de Penetração - Lack of Penetration IE – Inclusão de Escória -Inclusion of Slag
A – Aprovado - Approved R – Reprovado - Reproved EC – Exame Compl. - Complementary Testing



Aprovado
Approved



Reprovado
Reproved



Exame Complementar
Complementary Testing

Assinatura Inspetor: Inspector Signature SANDRO OSMAR REIS Inspetor de END N3 LPEVS-US SNOC: 00089	Assinatura CQ: CQ Signature	Assinatura fiscalização: Surveyor Signature
Data: 17/12/2021 Date:	Data: Date:	Data: Date:



RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE ESTANQUEIDADE

REL N°: 13/21
 FOLHA: 01/01
 DATA: 16/12/2021

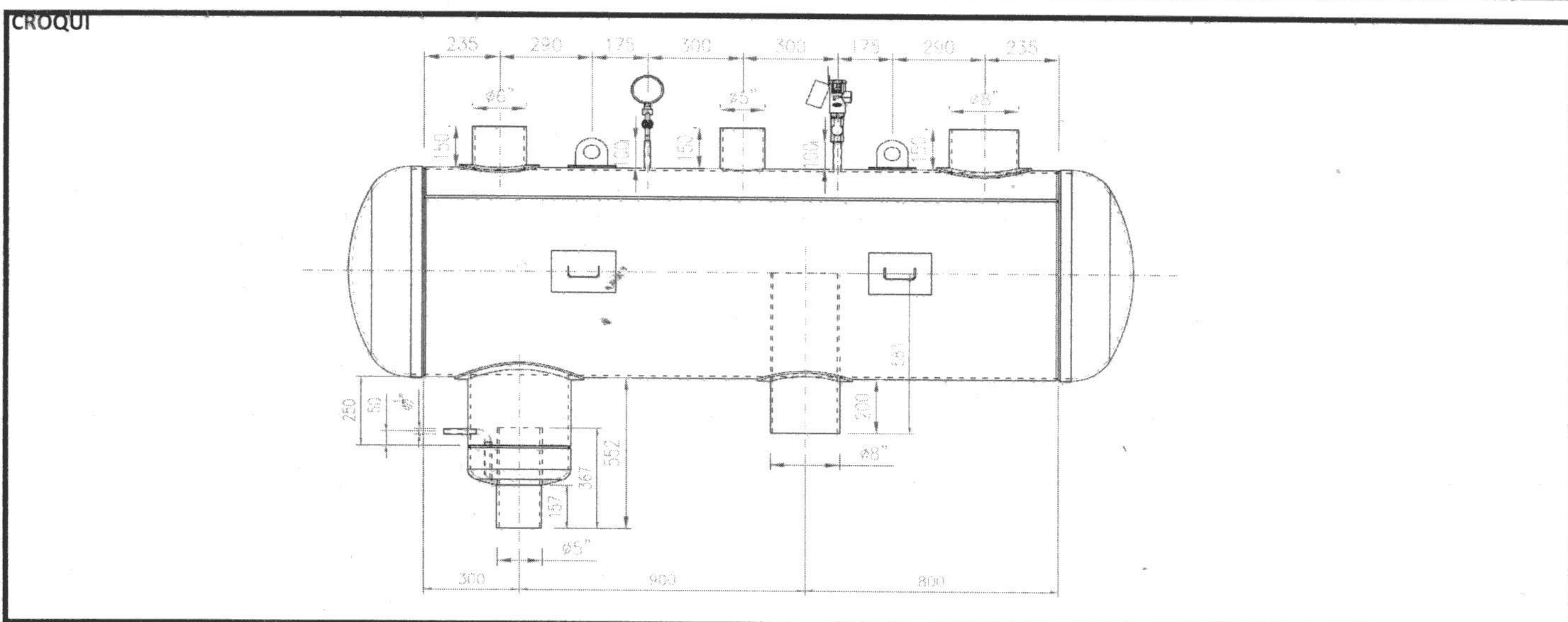
Equipamento:	Distribuidor de Liquido TCDL-05	N° de Serie:	1164
Norma de Referencia:	N/A	Cliente	THERM TECH
Processo de Soldagem:	SMAW-SAW	Temperatura:	Ambiente
Metal de Adição:	-	Espessura:	8mm e 9,5mm
Metal de Base:	ASTM A516 GR70	Condição Superficial:	Escovada

Tipo de Ensaio: Pneumático Hidrostático

Pressão utilizada em Kg/cm²: 24 Kg/cm² Outros: _____


Tempo mínimo de pressurização após correção de possíveis vazamentos: 30 min Outras Horas: 4 horas

EQUIPAMENTO	OBSERVAÇÕES	LAUDO
Distribuidor de Liquido	Teste sem nenhum reparo necessário.	APROVADO



LEGENDA
 A - Aprovado R - Reprovado EC - Exame Complementar

LAUDO FINAL: APROVADO REPROVADO EXAME COMPLEMENTAR

INSPETOR RESPONSÁVEL	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	FISCALIZAÇÃO
 16/12/2021	Marcelo Martins de Oliveira CREA/RN 195054 Engenheiro Mecânico 16/12/2021	

5.0. Qualificações

Objetivo Objective:

Avaliar a soldabilidade de conjuntos mecânicos e suas particularidades através de ensaios / resultados qualitativos; submetendo corpos de prova a ensaios mecânicos, químicos, metalográficos, não destrutivos e outros aplicáveis aos códigos de referência.

Evaluate the solubility of mechanical assemblies and their particularities through testing / qualitative results by subjecting test coupons to mechanical testing, chemical, non-destructive and applicable to other reference codes.

Origem: Soldagem(Welding);
Source

Processo: GMAW Semi-Altomática (Semi Automatic);
Process

Especificação de material: Espessura 9,50 x 9,50mm, diâmetro n.a; ASTM A36 (Thickness 9,50 x 9,50mm, diameter n.a, ASTM A36)
Material Specification

Posição: 1G, Progressão Não aplicável(1G, Progression No applicable);
Position

Requisitos Suplementares: Não Aplicável (No applicable)
Supplementary requirements

Este documento pertence à empresa: Top Cold Refrigeração Industrial Ltda: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
This document belongs to the company Cep. 93226-210 - Sapucaia do Sul/RS - Brasil.

ÍNDICE DE REVISÕES REVISION HISTORY

REV.	DATA DATE	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES DESCRIPTION OF CHANGES
0	25.09.2017	Para aprovação <i>Initial issue.</i>

Data: <i>DATE</i>	Data: <i>DATE</i> 25.09.2017
Verificado por: <i>Verified by</i>	Aprovado por: <i>Approved by</i>  Alexandre Maurer Costa FBTS IS1704N2 26-09-17
Gerente da Qualidade Quality Manager	Inspetor de Soldagem Nível 2 Welding Inspector Level 2

Processo / Tipo: Process / Type	GMAW Semi-Automática (Semi Automatic);	RRS: WRR	002/17	EPS: WPS	002/17
---	--	-----	-----	--------------------	--------	--------------------	--------

VARIÁVEIS DE SOLDAGEM VARIABLE WELDING

DETALHE DA JUNTA DETAIL OF THE BOARD	PRÂMETROS APLICADOS PARAMETERS APPLIED	DIMENSIONAL DRAWING OF THE JOINT
Tipo de Junta: <i>Type joint:</i>	JTPT(CJP)	
Soldagem por um lado: <i>Weld. on the one side:</i>	Não(No)	
Soldagem por ambos os lados: <i>Weld. on both sides:</i>	Não (No)	
Cobre-junta/Material/Espessura: <i>Backing/Material/Thickness:</i>	Com/n.a(With/n.a)	
Goivagem da Raiz/ Método: <i>Going root / Method:</i>	Não (No)	
Tipo de Chanfro: <i>Type bevel:</i>	"V"	
Ângulo do Chanfro (α): <i>Bevel angle (α):</i>	60°	
Ângulo do Chanfro (β): <i>Bevel angle (β):</i>	...	
Abertura da Raiz mm (R): <i>Gap root mm (R):</i>	3	
Face da Raiz mm (f): <i>Face root mm (f):</i>	2	
Profundidade de Preparação (S1): <i>Preparation depth (S1):</i>	9,50	
Profundidade de Preparação (S2): <i>Preparation depth (S2):</i>	...	
Passe Simples mm (JASA): <i>Pass Single (JASA):</i>	...	
Passe Múltiplo mm (JASA): <i>Pass Multiple mm (JASA):</i>	...	
Verniz Antioxidante / Marca: <i>Varnish Antioxidant / Brand:</i>	...	

MATERIAL DE BASE BASE MATERIAL

METAL BASE (APLICADO) BASE METAL (APPLIED)	Especificação ESPECIFICATION	T (mm)	Ø (mm)	Fabricante / Certif. / Reclassif. Manufacture/certif./Reclass.	Corrida / Volume Heat/Volume	CE%	Designação Designation
Metal de Base 1: <i>Base Metal 1</i>	ASTM A36	9,50	...	Arcerlormittal 81530001	1947386	...	...
Metal de Base 2: <i>Base Metal 2</i>	ASTM A36	9,50	...	Arcerlormittal 81530001	1947386	...	...

PROCESSO / METAL DE ADIÇÃO / CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PROCESS / ADDITION OF METAL / ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Processo/Tipo Process/Type	E-T/Ø/ Certif.	Espec. AWS	Class. AWS / Schedule	Fnº	Anº	Marca Comercial Trade Mark	Dep. (mm)	Fabricante/ Certificado Manufacture/ Certificate	Corrida Heat	Homologação Approved	Forma Form	Modo Transf. Transfer Mode	H (ml/g)
GMAW	1.0	5.18	ER70S-6	6	...	Gerdau	...	Gerdau	99001057	...	Arame sóido	...	...

PROTEÇÃO PROTECTION

Processo Process	Especificação Specification	Classificação Classification	Composição Composition	Tocha (l/min.) Torch (l/min.)	Purga (l/min.) Purge (l/min.)	Certificado Certificate
GMAW	5.32	SG-AC-25	Ar - 25% CO2	17	....	.....

POSIÇÃO POSITION

POSIÇÕES POSITIONS	POSIÇÃO POSITION	PROGRESSÃO PROGRESSION
APLICADA NA SOLDAGEM WELD APPLIED	1G	Não aplicável(No applicable)

PRE E PÓS-AQUECIMENTO PRE AND POS-HEATING

TRATAMENTO TÉRMICO HEAT TREATMENT

Temp. de Pré-aquec. Temp. de Pre-heating	Temp. Inter. Temp. Inter.	Temp. / Tempo de Pós-aquec. Temp./Time de Post heating	Tipo Type	Rz.Aquec. Heating rate	Temp. Patamar Temp. Holding	Tempo Patamar Time Holding	Rz.Resfr. Cooling rate	Dif.Temp. Termop. Thermocouple temp. difference	Dureza Max. Hardness Max.	Relatório Report
30°C	250°C	n.a	...	...	...	...	...	...	...	...

 Alexandre Maurer Costa FBTS IS1704N2 26-03-17	Gerente da Qualidade Quality Manager	Fiscalização Surveyor
Inspetor de Soldagem N2 Welding Inspector Level 2		

TÉCNICA TECHNICAL

Passes / Passes	Nº de Eletr.	Espaçamento Long./Lat./Âng. / Spacing (Long./Lat./Ang.)	Ângulo de (Trab./Avan.) / Angle of (Work/Advanced)	Limpeza Inic. / Cleanliness Initial	Limpeza Ent. Passes / Cleanliness Ent. Pass	Martel. / Pound	Dist. Bico peça / Stick Out	Ø bocal (mm)
Retilino / Multiple Rectilinear / Multiple	1	-----	-----	Isenta de contaminação / Free contamination	Em / Escov. (Grinding / Brushing)	Não/No	-----	-----

PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARAMETERS WELDING

Passes/Camada / Pass/Layer	Proc.	Marca Comercial / Trade mark	Classif./Schedule / Classif./Schedule	Ø	Corr./Pol.	Amperagem / Amperage	Voltagem / Tension	Veloc. (cm / min.)	Energia (J/cm) / Heat input (J/cm)
Raiz / enchimento	GMAW	Gerdau	ER705-6	1	CC+	135	20	-----	-----
Acabamento	GMAW	Gerdau	ER705-6	1	CC+	170	22	-----	-----

INSTRUMENTOS INSTRUMENTS

Instrumento / Instrument	Identificação / Identification	Data de Calibração / Date of Calibration	Entidade / Entity	Relatório / Report
Amperímetro / Amperimeter	AL-002	04/02/2016	Metrologia WG Ltda	1344-2016
Voltímetro / Voltmeter	AL-002	04/02/2016	Metrologia WG Ltda	1344-2016
Pirômetro / Pyrometer	TE-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	1344-2016
Calibre de Solda / Caliber Welding	CAS-002	08/02/2016	Metrologia WG Ltda	8275-2016
Paquímetro / Caliper	PQ-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	8264-2016
Fluxômetro / Flowmeter	FL-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	8265-2016
Cronômetro / Chronometer	CR-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	8266-2016

ENSAIOS NÃO DESTRUTÍVEIS NON DESTRUCTIVE TEST

END NDT	Início do Ensaio / Inicial Test	Sem TTAT / Without TTAT	Antes TTAT / Before TTAT	Após TTAT / After TTAT	Inspetor / Inspector	Relatório / Report	Laudo / Result
Ensaio Visual	Após Resf.	-----	-----	-----	FBTS-IS 1137 N2	EVS- 001/17	AP

ENSAIO DE TRAÇÃO TRANSVERSAL TENSION TET CROSS

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		ASME IX QW 462.1 (a)		ASME IX QW 462.1 (a)		ASME IX QB 422 (450 MPA)	
Identificação / Identification	Amostra / Sample	Largura (mm) / Width (mm)	Espessura (mm) / Thickness (mm)	Área (mm ²) / Area (mm ²)	Carga de Rup. (N) / Load of Rup. (N)	Tensão (MPa) / Tension (MPa)	Local de Ruptura / Break Location
TT-01	Retangular	19,02	7,39	140,56	77443	551	Metal de Solda
TT-02	Retangular	18,80	7,34	137,99	77303	560	Metal de Solda
Relatório Report: 2734/17		Laboratório Laboratory: CQS Laboratórios					

ENSAIO DE TRAÇÃO LONGITUDINAL TENSION TEST CROSS LONGITUDINAL

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		...		...		...
Identificação / Identification	Amostra / Sample	Ø inicial (mm) / Ø initial (mm)	Ø final (mm) / Ø end (mm)	Lo (mm)	Lf (mm)	Área inicial da amostra (mm ²) / Area initial sample (mm ²)	Área inicial da amostra (mm ²) / Area finishing sample (mm ²)
Força Máxima (Fm) N / Force Max. (Fm) N		Força de Escoamento (Fe) N / Force Yield (Fe) N		Resistência à tração (Rm) Mpa / Tensile Strength (Rm) Mpa		Resist. escoamento (Re) Mpa / Yield Strength (Re) Mpa	
...		...		...		A (%) Z (%)	
Relatório Report: ...		Laboratório Laboratory: ...					

ENSAIO DE DOBRAMENTO TEST BEND

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		ASME IX QW 462 (a)		ASME IX QW 462.3 (a)		ASME IX QW 163	
Identificação / Identification	Largura (mm) / Width (mm)	Espessura (mm) / Thickness (mm)	Ø Cutelo (mm) / Ø Mandrill (mm)	Tipo / Type	Ângulo (°) / Angle (°)	Resultado / Result	
DF-01	20,01	9,40	38	Lateral	180	Isento de descontinuidades	
DF-02	20,08	9,45	38	Lateral	180	Isento de descontinuidades	
DR-01	20,01	9,51	38	Lateral	180	Isento de descontinuidades	
DR-02	20,02	9,41	38	Lateral	180	Isento de descontinuidades	
Relatório Report: 002/17		Laboratório Laboratory: EHS Inspeções					

ENSAIO MACROGRÁFICO MACROGRAPH TEST

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		...		...
Identificação / Identification	Ampliação / Increase				Resultado / Result
...
Relatório Report: ...		Laboratório Laboratory: ...			

ENSAIO DE FRATURA FRACTURE TEST

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		...		...
Identificação / Identification	Resultado / Result				
...	...				
Relatório Report: ...		Laboratório Laboratory: ...			

 Alexandre Maurer Costa FBTS IS1704N2 26-09-17	Inspetor de Soldagem N2 / Welding Inspector Level 2	Gerente da Qualidade / Quality Manager	Fiscalização / Surveyor
---	---	--	-------------------------



CQS LABORATÓRIO DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO

Rua Metalurgia Guidalli, n°. 85 - São Leopoldo/RS - (51) 3081 56 00
cqs@cqslaboratorios.com.br



Relatório de ensaio de Tração - 2734/17

Cliente: Eduardo Hack de Souza - ME OS 2738
Endereço: Rua Nossa Senhora da Conceição, 610 Bairro Centro - Sapucaia do Sul - RS
Interessado: -----

1 - INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO SOLICITANTE (Não fazem parte do escopo do reconhecimento)

Solicitante: EHS Inspeções Técnicas
Norma de Projeto: ASME VIII, ASME IX Ed. 2015
Metal de Base: ASTM A36
Dimensões da Peça: 250x300x9,5mm
Processo de Soldagem: GMAW
Nº Chapa de Teste: 002/17
Posição de Soldagem: 1G
Tratamento Térmico: Não
Preparação: ASME IX QW 462.1(b)
Método de Ensaio: ASME IX QW 462.1(b)
Critério de Aceitação: ASME IX QW / QB 422 (450 MPa)

2 - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Procedimento: PRO 19 / LAB - Revisão 06

Condições ambientais: Temperatura (23 ± 5)°C e Umidade relativa ≤ 70%.

A incerteza expandida de medição relatada (U95) é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k = 2,00, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos [veff] corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da Método: As amostras vem usinadas para o ensaio, o técnico faz a limpeza, depois realiza as devidas medições. A amostra é posicionado na máquina é realizado o ensaio.

3 - RASTREABILIDADE METROLÓGICA

Descrição	Identificação	Certificado	Emitido	Validade
Máquina Universal de Ensaio	NO10953/NS124	RBC 5443/16	SENAI CETEMP	set-17
Paquímetro Digital	PQ-02	RBC 06401/2016	Metrosul	abr-18
Termohigrômetro Minipa	TH-2	RBC 02076/2016	Metrosul	mai-19

4 - RESULTADOS / Results

Identificação da	Formato da	Largura	Espessura	Área inicial da	Força Máx. - Fm	Resistência à tração -	Local de Ruptura
CP02-TT-01	Retangular	19,02 ± 0,06	7,39 ± 0,06	140,56 ± 0,09	77443 ± 201	551 ± 10	Metal de Solda
CP02-TT-02	Retangular	18,80 ± 0,06	7,34 ± 0,06	137,99 ± 0,09	77303 ± 201	560 ± 10	Metal de Base

5 - NOTAS / Notes

Unidades de medida em acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI). 1 N = 0,102 kgf e 1 MPa = 0,102 kgf/mm².

MA - Metal de Adição

LF - Linha de Fusão

MB - Metal de Base

Data de Ensaio 25/09/2017

Data de Emissão 26/09/2017

Eduardo Hack de Souza
Inspetor de Soldagem
FBTSISNQC 13 - 1137.M2

Luiz Fernando F. Bosquerolli
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Este relatório atende aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. O laboratório é reconhecido pela RMRS sob o número 17401, a qual avaliou sua competência e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida. Os resultados obtidos e apresentados no presente relatório têm significação restrita e aplicam-se somente às amostras ensaiadas.

ARCELORMITTAL BRASIL S.A.		Certificado de Qualidade / Mill Sheet / Quality Certificate		Pag: 1 de 01	
Usina / Plant: ArcelorMittal Tubarão		Ordem de Venda / Order No: XB2225185 / 000013		Nº do pedido do consumidor / Customer Ref. No: 42071348	
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes, 930, J. Limoeiro, Serra, ES, 29163-970. CNPJ: 17.469.707/0104-82, Tel: Fone: (5527) 3348-1240/3348-2220. Fax: (5527) 3348-1492/3348-2271		Consumidor / Customer: ARCELORMITTAL BRASIL S.A. - BP		Nº do certificado / Certificate: 000081530001	
Aplicação / Application: CENTROS DE SERVIÇOS E CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO - USO GERAL / SERVICE AND DISTRIBUTION CENTERS - GENERAL		Produto / Product: Bobina Laminada a Quente / Hot Rolled Coil		Data de emissão / Issue Date: 02.09.2012	
Espessura / Thickness: (MM) 9,50		Bordas / Edges: Natural		Norma do Produto / Product Standard: ASTM A36	
Comprimento / Length: 1.500		Tipo de dimensão / type of dimension: Nominal		Óleo / Oil: Não / No	
Composição Química / Chemical Composition (%) - L = Análise de Produto / Product Analysis		C: 0,16		Mn: 0,690	
Si: 0,145		P: 0,013		S: 0,0080	
Al: 0,030		Cu: 0,008		Ni: 0,005	
Cr: 0,015		Mo: 0,001		V: 0,001	
Nb: 0,0004		N: 0,0039		As: 0,0004	
Sb: 0,0004		Bi: 0,0004		Se: 0,0004	
Te: 0,0004		Zn: 0,0004		Pb: 0,0004	
Tl: 0,0004		Ba: 0,0004		Sr: 0,0004	
Hf: 0,0004		Ta: 0,0004		Th: 0,0004	
U: 0,0004		Pu: 0,0004		Am: 0,0004	
Cm: 0,0004		Bk: 0,0004		Cf: 0,0004	
Es: 0,0004		Fm: 0,0004		Md: 0,0004	
No: 0,0004		Lr: 0,0004		Lu: 0,0004	
Hf: 0,0004		Ta: 0,0004		Th: 0,0004	
U: 0,0004		Pu: 0,0004		Am: 0,0004	
Cm: 0,0004		Bk: 0,0004		Cf: 0,0004	
Es: 0,0004		Fm: 0,0004		Md: 0,0004	
No: 0,0004		Lr: 0,0004		Lu: 0,0004	

Nº da amostra / Sample No:	Tracção / Tensile		Dobramento / Bending		Dureza / Hardness		Impacto / Charpy		DWTT		T. Grão / Grain Size		Inclusões / Inclusion		HIC	
	Base / Base	Unidade / Unit	Base / Base	Unidade / Unit	Posição / Position	Teste / Test	Posição / Position	Temp. / Temp.	Unidade / Unit	Temp. / Temp.	Unidade / Unit	T. Grão / Grain Size	Inclusões / Inclusion	HIC	Expansão de furo / hole expansion	
02064703T	LE / YS	301	LR / TS	435	Pos. Dir / Position	Medial Average	Pos. Dir / Position	Temperatura	Unid. Temp. / Temp. Unit	Temperatura	Unid. Temp. / Temp. Unit	TGF / FOS	CLR	CSR	CTR	
					Angulo / Angle		Temp. / Temp.					TGA / AGS				
					Razão El / Yield Ratio (%)		TR / TRE									
					Along / Elong (%)											
					Red. Área / Red. Area (%)											
					Área Reduc. / Red. Area (%)											

Número do lote / lot ID: E8607837		Nº da nota fiscal / issue Number: 000133321		Peso líq. / Net weight: 29.330		Corrida / Heat No: 1947386		Comprimento Real / Real Length (M): 187		Amostra 1 / Sample 1: T02064703T		Amostra 2 / Sample 2:		Amostra 3 / Sample 3:	
<p>ESTE CERTIFICADO TAMBÉM ATENDE A NORMA ASTM A 253 GR C</p> <p>(1) POSIÇÃO / POSITION: 1 - Topo / Head, 2 - Lateral / L, 3 - Fundo / Tail, 4 - Centro / Center, 5 - Transversal / Transverse, 6 - Diagonal / Diagonal, 7 - Longitudinal / Longitudinal, 8 - 45°, 9 - Transversal / Transverse, 10 - Diagonal / Diagonal, 11 - Longitudinal / Longitudinal, 12 - 45°, 13 - Transversal / Transverse, 14 - Diagonal / Diagonal, 15 - Longitudinal / Longitudinal, 16 - 45°</p> <p>(2) INCLUSÕES / INCLUSIONS: A - Sulfeto / Sulfide, B - Alumínio / Aluminum, C - Silício / Silicon, D - Óxido / Oxide, E - Cálcio / Calcium, F - Furo / Hole, G - Óxido / Oxide, H - Inclusão / Inclusion</p>															
<p>GERENCIADOR DE ATENDIMENTO: André Carvalho Prado</p> <p>Customer Technical Support Manager</p>															



**CERTIFICADO DE QUALIDADE
MILL TEST / QUALITY CERTIFICATE**

BR-01-SÃO JOSE DOS CAMPOS-SJC
 PRAÇA.CARIRI, 303
 SÃO JOSE DOS CAMPOS, SÃO PAULO - CEP 12238-300
 BRASIL / (12) 39353855

NUMERO / NUMBER: 8108240029/000010
 PRODUTO / PRODUCT: ARAME P/ SOLDADA MIG ER-70S6

CLIENTE / CUSTOMER: GERDAU AÇOS LONGOS S A
 DATA / DATE: 14.07.2017
 PEDIDO CLIENTE / CUSTOMER ORDER: 0000577034
 ORDEM DE VENDA / SALES ORDER: [blank]

NORMA - ESPECIFICAÇÃO - QUALIDADE /
 NORM - SPECIFICATION - GRADE
 AWS A 5.18 / A5.18M2005 ER70S-6

BITOLA / SIZE	LOTE / HEAT	QTD / QUANT	C %	SI %	Mn %	P %	S %	CE %	Ni %	Cu %	Mo %	V %
1,0mm	99001057	1.296,000 KG	0,08	0,95	1,45	0,011	0,013	0,02	0,01	0,01	0,007	0,005

PROPRIEDADE MECANICA / MECHANICAL PROPERTIES

OBSERVAÇÕES / OBSERVATIONS

AMS A5.18/A5.18M:2005 ASME II-C SFA 5.18 ER-70S6 ED.2007
 TESTE RADIOGRÁFICO ATENDE OS REQUISITOS DA ASME II-C
 CHARPY -30°C

PROPRIEDADES MECANICAS:
 LR mínimo: 480 MPa / LE mínimo: 400 MPa
 Alongamento mínimo: 22% / Teste impacto: 27 J (Mínimo)

As propriedades físicas, químicas e mecânicas descritas no
 Certificado de Qualidade são garantidas no estado em que o
 material é fornecido. Qualquer transformação que o material
 venha a sofrer em terceiros pode alterar significativamente
 tais propriedades

RESPONSÁVEL PELA QUALIDADE /
 QUALITY ASSURANCE

[Handwritten Signature]

RIHITO NAKAMURA
 CREA 0682579445

Disposição:

Disposal: Executar soldagem de Tubulações; (Perform welding of Tubes)

Origem:

Source: Soldagem;(Welding);

Processo:

Process: GTAW Manual;(Manual);

Especificação de material:

Material Specification: P Number 1 , Espessura 1,5 à 19mm, (P Number 1 , Thickness 1,5 to 19mm)

Posição:

Position: Todas (All);

Requisitos Suplementares:

Supplementary requirements: Não Aplicável; (No applicable)

Este documento pertence à empresa: Top Cold Refrigeração Industrial Ltda: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz

This document belongs to the company Cep. 93226-210 - Sapucaia do Sul/RS - Brasil

ÍNDICE DE REVISÕES REVISION HISTORY

REV.	DATA DATE	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES DESCRIPTION OF CHANGES
0	26.09.2017	Para aprovação. <i>Initial issue.</i>

Data: <i>Date</i>	Data: <i>Date</i> 26.09.2017
Verificado por: <i>Verified by</i>	Aprovado por: <i>Approved by</i>  EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821
Gerente da Qualidade <i>Quality Manager</i>	Inspetor de Soldagem Nível 2 <i>Welding Inspector Level 2</i>

Processo / Tipo: <i>Process/Type</i>	GTAW Manual (Manual)	RQPS: <i>PQR</i>	003/17
--	----------------------	----------------------------	--------

VARIÁVEIS DE SOLDAGEM VARIABLE WELDING

DETALHE DA JUNTA <i>DETAIL OF THE BOARD</i>		PRÂMETROS <i>PARAMETERS</i>	DIMENSIONAL <i>DRAWING OF THE JOINT</i>
Tipo de Junta:	<i>Type joint:</i>	JTPT e JTTP (Topo e Ângulo)	
Soldagem por um lado:	<i>Weld. on the one side:</i>	Não	
Soldagem por ambos os lados:	<i>Weld. on both sides:</i>	Sim	
Cobre-junta/Material/Espessura:	<i>Backing/Material/Thickness:</i>	With / without	
Goivagem da Raiz/ Método:	<i>Going root / Method:</i>	N/A	
Tipo de Chanfro:	<i>Type bevel:</i>	Em "V"	
Ângulo do Chanfro (α):	<i>Bevel angle (α):</i>	45° - 60°	
Ângulo do Chanfro (β):	<i>Bevel angle (β):</i>	...	
Abertura da Raiz mm (R):	<i>Gap root mm (R):</i>	0 - 5,0	
Face da Raiz mm (f):	<i>Face root mm (f):</i>	Sem Restrição	
Profundidade de Preparação (S1):	<i>Preparation depth (S1):</i>	Ilimitado / Unlimited	
Profundidade de Preparação (S2):	<i>Preparation depth (S2):</i>	...	
Passo Simples mm (JASA):	<i>Pass Single (JASA):</i>	...	
Passo Múltiplo mm (JASA):	<i>Pass Multiple mm (JASA):</i>	...	
Verniz Antioxidante / Marca:	<i>Varnish Antioxidant / Brand:</i>	...	

MATERIAL DE BASE BASE MATERIAL

METAL BASE <i>BASE MATERIAL</i>	Especificação <i>Specification</i>	T (mm)	Ø (mm)	CE%	Observações <i>Observation</i>
	P Number 1	1,5 à 19mm 1,5 to 19mm	Todos	...	...

PROCESSO / METAL DE ADIÇÃO / PROCESS / ADDITION OF METAL

Processo/Tipo <i>Process/Type</i>	E-T/Ø/ Certif.	Espec. AWS	Class. AWS / Schedule	Fnº	Anº	Marca Comercial Trade Mark	Dep. (mm)	Homologação Approved	Forma Form	Modo Transf. Transfer Mode	H (ml/g)
GTAW	3,20	A5.18	ER70S-3	6	...	BOHLER FOX	1,5 à 19mm	...	Vareta	n.a	...

PROTEÇÃO PROTECTION

Processo <i>Process</i>	Especificação <i>Specification</i>	Classificação <i>Classification</i>	Composição <i>Composition</i>	Tocha (l/min.) <i>Torch (l/min.)</i>	Purga (l/min.) <i>Purge (l/min.)</i>
...

POSIÇÃO POSITION

POSIÇÕES <i>POSITIONS</i>	POSIÇÃO <i>POSITION</i>	PROGRESSÃO <i>PROGRESSION</i>
FAIXA QUALIFICADA <i>RANGE QUALIFIED</i>	Todas / all	N/a

PRE E PÓS-AQUECIMENTO PRE AND POS-HEATING

TRATAMENTO TÉRMICO HEAT TREATMENT

Temp. de Pré-aquec. <i>Temp. de Pre-heating</i>	Temp. Inter. <i>Temp. Inter.</i>	Temp. / Tempo de Pós-aquec. <i>Temp./Time de Post heating</i>	Tipo <i>Type</i>	Rz.Aquec. <i>Heating rate</i>	Temp. Patamar <i>Temp. Holding</i>	Tempo Patamar <i>Time Holding</i>	Rz.Resfr. <i>Cooling rate</i>	Dif.Temp. <i>Thermocouple temp. difference</i>	Dureza Max. <i>Hardness Max.</i>
Mínimo 10°C	Máx. 150°C	n.a	...	...	...	...	...	...	...

TÉCNICA TECHNICAL

Passo <i>Pass</i>	Nº de Eletr. <i>Nº of Electr.</i>	Espaçamento Long./Lat./Âng. <i>Spacing (Long./Lat./Ang.)</i>	Ângulo de (Trab./Avan.) <i>Angle of (Work/Advanced)</i>	Limpeza Inic. <i>Cleanliness Initial</i>	Limpeza Ent. Passes <i>Cleanliness Ent. Pass</i>	Martel. <i>Pound</i>	Dist. Bico pega <i>Stick Out</i>	Ø bocal <i>(mm)</i>
Retilíneo / Múltiplo (Rectilinear / Multiple)	Isenta de contaminação (Free contamination)	Esm./Escov. (Grinding / Brushing)	Não (No)	...	...

PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARAMETERS WELDING

Passo/Camada <i>Pass/Layer</i>	Proc.	Marca Comercial <i>Trade mark</i>	Classif./Schedule <i>Classif./Schedule</i>	Ø	Corr./Pol.	Amperagem <i>Amperage</i>	Voltagem <i>Tension</i>	Veloc. (cm / min.)	Energia (J/cm)[1] <i>Heat input (J/cm)[1]</i>
Raiz (Root)	GTAW	Sem Restrição (Unrestrained)	ER70-S3	Sem Restrição	CC-	65,7 - 115	12 - 26	Sem Restrição	...
Ench. (filling)	GTAW	Sem Restrição (Unrestrained)	ER70-S3	Sem Restrição	CC-	100 - 150	18 - 32	Sem Restrição	...
Acab. (finish)	GTAW	Sem Restrição (Unrestrained)	ER70-S3	Sem Restrição	CC-	125 - 175	20 - 34	Sem Restrição	...

(1) Atenção máxima a informação: Independente da faixa permitida em Amperagem, tensão e velocidade; a combinação dos mesmos nunca deverá extrapolar a faixa de energia de soldagem permitida nessa EPS. (A x V x 60 / Velocidade = Energia de Soldagem)
(1) Maximum Attention information: Regardless of the permissible range in amperage, voltage, and speed; the combination thereof should never extrapolate the welding power range allowed this EPS. (H x V x 60 / Rate = Welding Power)

Norma de Construção:	<i>Standard Construction</i>	ASME B31.3 (Code for Pressure Piping)
Norma de Qualificação:	<i>Qualification Standard:</i>	ASME BPVC. IX Ed 2015

EDUARDO HACK DE SOUZA
Inspetor de Soldagem
FBTS-IS1137N2 / CREA-RS20987

Objetivo Objective:

Avaliar a soldabilidade de conjuntos mecânicos e suas particularidades através de ensaios / resultados qualitativos; submetendo corpos de prova a ensaios mecânicos, químicos, metalográficos, não destrutivos e outros aplicáveis aos códigos de referência.

Evaluate the solubility of mechanical assemblies and their particularities through testing / qualitative results by subjecting test coupons to mechanical testing, chemical, non-destructive and applicable to other reference codes.

Origem: Soldagem(Welding);
Source

Processo: GTAW Manual (Manual);
Process

Especificação de material: Espessura 9,50 x 9,50mm, diâmetro n.a; ASTM A36 (Thickness 9,50 x 9,50mm, diameter n.a, ASTM A36)
Material Specification

Posição: 1G, Progressão Não aplicável(1G, Progression No applicable);
Position

Requisitos Suplementares: Não Aplicável (No applicable)
Supplementary requirements

Este documento pertence à empresa: Top Cold Refrigeração Industrial Ltda: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
This document belongs to the company Cep. 93226-210 - Sapucaia do Sul/RS - Brasil

ÍNDICE DE REVISÕES REVISION HISTORY

REV.	DATA DATE	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES DESCRIPTION OF CHANGES
0	25.09.2017	Para aprovação <i>Initial issue.</i>

Data: <i>DATE</i>	Data: <i>DATE</i> 25.09.2017
Verificado por: <i>Verified by</i>	Aprovado por: <i>Approved by</i>  EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821
Gerente da Qualidade <i>Quality Manager</i>	Inspetor de Soldagem Nível 2 <i>Welding Inspector Level 2</i>

Processo / Tipo: <i>Process / Type</i>	GTAW - Manual (Manual) ...	RRS: <i>WRR</i>	003/17	EPS: <i>WPS</i>	003/17
--	----------------------------	---------------------------	--------	---------------------------	--------

VARIÁVEIS DE SOLDAGEM VARIABLE WELDING

DETALHE DA JUNTA <i>DETAIL OF THE BOARD</i>		PRÂMETROS APLICADOS <i>PARAMETERS APPLIED</i>	DIMENSIONAL <i>DRAWING OF THE JOINT</i>
Tipo de Junta:	Type joint:	JTPT(CJP)	
Soldagem por um lado:	Weld. on the one side:	Sim(Yes)	
Soldagem por ambos os lados:	Weld. on both sides:	Não(No)	
Cobre-junta/Material/Espessura:	Backing/Material/Thickness:	Com/MS/n.a(With/MS/n.a)	
Goivagem da Raiz/ Método:	Going root / Method:	Não(No)	
Tipo de Chanfro:	Type bevel:	"V"	
Ângulo do Chanfro (α):	Bevel angle (α):	50°	<p align="center">SEQUÊNCIA DE PASSES WELD PASS SEQUENCE</p>
Ângulo do Chanfro (β):	Bevel angle (β):	...	
Abertura da Raiz mm (R):	Gap root mm (R):	3	
Face da Raiz mm (f):	Face root mm (f):	2	
Profundidade de Preparação (S1):	Preparation depth (S1):	9,5	
Profundidade de Preparação (S2):	Preparation depth (S2):	...	
Passo Simples mm (JASA):	Pass Single (JASA):	...	
Passo Múltiplo mm (JASA):	Pass Multiple mm (JASA):	...	
Verniz Antioxidante / Marca:	Varnish Antioxidant / Brand:	...	

MATERIAL DE BASE BASE MATERIAL

METAL BASE (APLICADO) <i>BASE METAL (APPLIED)</i>	Especificação <i>ESPECIFICATION</i>	T (mm)	Ø (mm)	Fabricante / Certif. / Reclassif. <i>Manufacture/certif./Reclass.</i>	Corrida / Volume <i>Heat/Volume</i>	CE%	Designação <i>Designation</i>
Metal de Base 1: <i>Base Metal 1</i>	ASTM-A36	9,5	N/A	ARCELORMITTAL / 81530001	1947386	N/A	P Number 1
Metal de Base 2: <i>Base Metal 2</i>	ASTM-A36	9,5	N/A	ARCELORMITTAL / 81530001	1947386	N/A	P Number 1

PROCESSO / METAL DE ADIÇÃO / CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PROCESS / ADDITION OF METAL / ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Processo/Tipo <i>Process/Type</i>	E-T/Ø/ Certif.	Espec. AWS	Class. AWS / Schedule	F _n º	Anº	Marca Comercial Trade Mark	Dep. (mm)	Fabricante/ Certificado Manufacture/ Certificate	Corrida Heat	Homologação Approved	Forma Form	Modo Transf. Transfer Mode	H (ml/g)
GTAW	2,5	A5.18	ER70S-3	6		Ok Tigrod 12.60	9,5	ESAB/ EC24339054	PV605033720	...	Vareta	...	...
...

PROTEÇÃO PROTECTION

Processo <i>Process</i>	Especificação <i>Especification</i>	Classificação <i>Classification</i>	Composição <i>Composition</i>	Tocha (l/min.) <i>Torch (l/min.)</i>	Purga (l/min.) <i>Purge (l/min.)</i>	Certificado <i>Certificate</i>
GTAW	A5.32	SG-A	99.997	12 l/min.	...	...

POSIÇÃO POSITION

POSIÇÕES <i>POSITIONS</i>	POSIÇÃO <i>POSITION</i>	PROGRESSÃO <i>PROGRESSION</i>
APLICADA NA SOLDAGEM <i>WELD APPLIED</i>	1G	Progressão Ascendente (Progression ascending)

PRE E PÓS-AQUECIMENTO PRE AND POS-HEATING

TRATAMENTO TÉRMICO HEAT TREATMENT

Temp. de Pré-aquec. <i>Temp. de Pre-heating</i>	Temp. Inter. <i>Temp. Inter.</i>	Temp. / Tempo de Pós-aquec. <i>Temp./Time de Post heating</i>	Tipo <i>Type</i>	Rz.Aquec. <i>Heating rate</i>	Temp. Patamar <i>Temp. Holding</i>	Tempo Patamar <i>Time Holding</i>	Rz.Resfr. <i>Cooling rate</i>	Dif.Temp. Termop. <i>Thermocouple temp. difference</i>	Dureza Max. <i>Hardness Max.</i>	Relatório <i>Report</i>
10°C	250°C	n.a	...	...	...	...	...	...	...	...

<p>EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821</p>	<p align="center">Gerente da Qualidade Quality Manager</p>	<p align="center">Fiscalização Surveyor</p>
<p>Inspetor de Soldagem N2 <i>Welding Inspector Level 2</i></p>	<p align="center">Gerente da Qualidade Quality Manager</p>	<p align="center">Fiscalização Surveyor</p>

TÉCNICA TECHNICAL

Passes / Passes	Nº de Eletr. / Nº of Electr.	Espaçamento Long./Lat./Âng. / Spacing (Long./Lat./Ang.)	Ângulo de (Trab./Avan.) / Angle of (Work/Advanced)	Limpeza Inic. / Cleanliness Initial	Limpeza Ent. Passes / Cleanliness Ent. Pass	Martel. / Pound	Dist. Bico peça / Stick Out	Ø bocal (mm)
Retilino / Múltiplo/Rectilinear / Multiple	Isenta de contaminação/Free contamination	Em./Escov./Grinding / Brushing	Não/No	...	...

PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARAMETERS WELDING

Passes/Camada / Pass/Layer	Proc.	Marca Comercial / Trade mark	Classif./Schedule / Classif./Schedule	Ø	Corr./Pol.	Amperagem / Amperage	Voltagem / Tension	Veloc. (cm / min.)	Energia (J/cm) / Heat input (J/cm)
Raiz(Root)	GTAW	Ok Tigrod 12.60	ER70S-3	3,2	CC-	90	19	8	-
Ench.(filling)	GTAW	Ok Tigrod 12.60	ER70S-3	3,2	CC-	125	25	9	-
Acab.(finish)	GTAW	Ok Tigrod 12.60	ER70S-3	3,2	CC-	150	27	9	-

INSTRUMENTOS INSTRUMENTS

Instrumento / Instrument	Identificação / Identification	Data de Calibração / Date of Calibration	Entidade / Entity	Relatório / Report
Amperímetro / Amperimeter	AL-002	04/02/2016	Metrologia WG Ltda	1344-2016
Voltímetro / Voltmeter	AL-002	04/02/2016	Metrologia WG Ltda	1344-2016
Pirômetro / Pyrometer	TE-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	1344-2016
Calibre de Solda / Caliber Welding	CAS-002	08/02/2016	Metrologia WG Ltda	8275-2016
Paquímetro / Caliper	PQ-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	8264-2016
Fluxômetro / Flowmeter	FL-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	8265-2016
Cronômetro / Chronometer	CR-EHS-001	05/08/2016	Metrologia WG Ltda	8266-2016

ENSAIOS NÃO DESTRUTÍVEIS NON DESTRUCTIVE TEST

END NDT	Início do Ensaio / Inicial Test	Sem TTAT / Without TTAT	Antes TTAT / Before TTAT	Após TTAT / After TTAT	Inspetor / Inspector	Relatório / Report	Laudo / Result
Ensaio Visual	Após Resf.	...	...	...	FBTS-IS 1137 N2	EVS- 001/17	AP

ENSAIO DE TRAÇÃO TRANSVERSAL TENSION TET CROSS

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		ASME IX QW 462.1 (a)		ASME IX QW 462.1 (a)		ASME IX QB 422 (450 MPA)	
Identificação / Identification	Amostra / Sample	Largura (mm) / Width (mm)	Espessura (mm) / Thickness (mm)	Área (mm²) / Area (mm²)	Carga de Rup. (N) / Load of Rup. (N)	Tensão (MPa) / Tension (MPa)	Local de Ruptura / Break Location
TT-01	Retangular	18,97	7,76	147,21	79935	543	Metal de Base
TT-02	Retangular	19,07	7,77	148,17	83006	560	Metal de Base
Relatório Report: 2733/17		Laboratório Laboratory: CQS Laboratório de Ensaios e Calibração					

ENSAIO DE TRAÇÃO LONGITUDINAL TENSION TEST CROSS LONGITUDINAL

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		...		...		...
Identificação / Identification	Amostra / Sample	Ø inicial (mm) / Ø initial (mm)	Ø final (mm) / Ø end (mm)	Lo (mm)	Lf (mm)	Área inicial da amostra (mm²) / Area initial sample (mm²)	Área final da amostra (mm²) / Area finishing sample (mm²)
Força Máxima (Fm) N / Force Max. (Fm) N	Força de Escoamento (Fe) N / Force Yield (Fe) N	Resistência à tração (Rm) Mpa / Tensile Strength (Rm) Mpa		Resist. escoamento (Re) Mpa / Yield Strength (Re) Mpa		A (%)	Z (%)
...
Relatório Report: ...		Laboratório Laboratory: ...					

ENSAIO DE DOBRAMENTO TEST BEND

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		ASME IX QW 462 (a)		ASME IX QW 462.3 (a)		ASME IX QW 163	
Identificação / Identification	Largura (mm) / Width (mm)	Espessura (mm) / Thickness (mm)	Ø Cutelo (mm) / Ø Mandril (mm)	Tipo / Type	Ângulo (°) / Angle (°)	Resultado / Result	
DF-01	20,01	09,43	38	Face	180	Isento de descontinuidades	
DF-02	20,03	09,44	38	Face	180	Isento de descontinuidades	
DR-01	20,01	09,51	38	Raiz	180	Isento de descontinuidades	
DR-02	20,03	09,41	38	Raiz	180	Isento de descontinuidades	
Relatório Report: 003/17		Laboratório Laboratory: EHS					

ENSAIO MACROGRÁFICO MACROGRAPH TEST

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		...		...
Identificação / Identification	Ampliação Increase				Resultado / Result
...
Relatório Report: ...		Laboratório Laboratory: ...			

ENSAIO DE FRATURA FRACTURE TEST

Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria		...		...
Identificação / Identification	Resultado / Result				
...	...				
Relatório Report: ...		Laboratório Laboratory: ...			

EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821	Gerente da Qualidade / Quality Manager	Fiscalização / Surveyor
Inspetor de Soldagem N2 / Welding Inspector Level 2	Gerente da Qualidade / Quality Manager	Fiscalização / Surveyor



CQS LABORATÓRIO DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO

Rua Metalúrgica Guidali, n°. 85 - São Leopoldo/RS - (51) 3081 56 00
cqs@cqslaboratorios.com.br



Relatório de ensaio de Tração - 2733/17

Cliente: Eduardo Hack de Souza - ME OS 2738
Endereço: Rua Nossa Senhora da Conceição, 610 Bairro Centro - Sapucaia do Sul - RS
Interessado: -----

1 - INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO SOLICITANTE (Não fazem parte do escopo do reconhecimento)

Solicitante: EHS Inspeções Técnicas
Norma de Projeto: ASME VIII, ASME IX Ed. 2015
Metal de Base: ASTM A36
Dimensões da Peça: 250x300x9,5mm
Processo de Soldagem: GTAW
Nº Chapa de Teste: 003/17
Posição de Soldagem: 1G
Tratamento Térmico: Não
Preparação: ASME IX QW 462.1(b)
Método de Ensaio: ASME IX QW 462.1(b)
Critério de Aceitação: ASME IX QW / QB 422 (450 MPa)

2 - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Procedimento: PRO 19 / LAB - Revisão 06
Condições ambientais: Temperatura (23 ± 5)°C e Umidade relativa ≤ 70%.
A incerteza expandida de medição relatada (U95) é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k = 2,00, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos [veff] corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da
Método: As amostras vem usinadas para o ensaio, o técnico faz a limpeza, depois realiza as devidas medições. A amostra é posicionado na máquina é realizado o ensaio.

3 - RASTREABILIDADE METROLÓGICA

Descrição	Identificação	Certificado	Emitido	Validade
Máquina Universal de Ensaio	NO10953/NS124	RBC 5443/16	SENAI CETEMP	set-17
Paquímetro Digital	PQ-02	RBC 06401/2016	Metrosul	abr-18
Termohigrômetro Minipa	TH-2	RBC 02076/2016	Metrosul	mai-19

4 - RESULTADOS / Results

Identificação da	Formato da	Largura	Espessura	Área inicial da	Força Máx. - Fm	Resistência à tração -	Local de Ruptura
CP03-TT-01	Retangular	18,97 ± 0,06	7,76 ± 0,06	147,21 ± 0,09	79935 ± 203	543 ± 10	Metal de Solda
CP03-TT-02	Retangular	19,07 ± 0,06	7,77 ± 0,06	148,17 ± 0,09	83006 ± 203	560 ± 10	Metal de Solda

5 - NOTAS / Notes

Unidades de medida em acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI). 1 N = 0,102 kgf e 1 MPa = 0,102 kgf/mm².

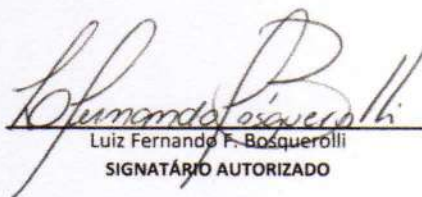
MA - Metal de Adição

LF - Linha de Fusão

MB - Metal de Base

Data de Ensaio 25/09/2017

Eduardo Hack de Souza
Inspetor de Soldagem
FBTS/SNQC 1 G - 1137-N2


Luiz Fernando F. Bosquerólli
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Data de Emissão 26/09/2017

Este relatório atende aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. O laboratório é reconhecido pela RMRS sob o número 17401, a qual avaliou sua competência e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida. Os resultados obtidos e apresentados no presente relatório têm significação restrita e aplicam-se somente às amostras ensaiadas.

REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RQS: 048/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Nome: Luis Vinicius de Abreu Pinto Sinete LVA
EPS: 003/17 Revisão: 0 Peça Teste Solda de produção
Metal Base: ASTM A 106 Grau B Espessura: 7,0 mm

Variáveis (QW-350)	Dados do teste	Faixa de Qualificação
Processo (s) de soldagem	GTAW	GTAW
Método de aplicação	Manual	Manual e Semi-Automático
Cobre-junta	Sem	Com e Sem
<input type="checkbox"/> Chapa <input checked="" type="checkbox"/> Tubo (colocar Ø)	Ø = 73,0 mm	Ø ≥ 25 mm
Chanfro:	-	Ø Ilimitado
Ângulo:	-	1 a 15F, 34 e 41 a 49 e
Metal base: P ou S-N° com P ou S-N°	1	materiais de composição química similar
Especificação AWS	A5.18	
Classificação AWS	ER70S-3	6
Metal de adição F-N°	6	
Consumível "enxerto" (GTAW ou PAW)	Sem	Sem
Tipo de consumível (sólido, tubular)	Sólido	Sólido
Número de camadas	5	
Espessura do depósito	7,0 mm	Até 14,0 mm
Chanfro:	-	Ilimitado
Ângulo:	-	Todas
Posição de soldagem	6G	Todas
Chanfro:	-	Todas
Ângulo:	-	Todas
Progressão de soldagem	Ascendente	Ascendente
Gás de purga (GTAW, PAW, GMAW)	Sem	Com ou Sem
Modo de Transferência (GMAW)	NA	NA
Tipo de corrente e polaridade (GTAW)	CCEN	CCEN

ENSAIO VISUAL

Data do ensaio: 16/07/2020 Critério de aceitação: ASME IX, QW-194

ENSAIO RADIOGRÁFICO

Data do ensaio: - Critério de aceitação: -
Relatório n°: - Laboratório: -

ENSAIO DE DOBRAMENTO (QW-160)

Preparação:	QW - 462.3 (a)	Método de ensaio:	QW 162	Critério de aceitação:	QW 163
Identificação	Dimensões (mm)	Cutelo (mm)	Distância dos roletes (mm)	Resultado	
DF1-6G-LVA	7 x 19 x 200	28	45	Aprovado	
DR1-6G-LVA	7 x 19 x 200	28	45	Aprovado	
DF2-6G-LVA	7 x 19 x 200	28	45	Aprovado	
DR2-6G-LVA	7 x 19 x 200	28	45	Aprovado	

Relatório n°: 048 Laboratório: CFP SENAI de Soldagem "Cypriano Micheletto"

Nós certificamos que os dados deste certificado estão corretos e que os testes de solda foram preparados, soldados e testados de acordo com as determinações pelo código ASME IX-2019.

**SENAI****RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM
QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR**

RRS: 048/20

Data: 16/07/2020

Folha: 1 / 1

Empresa: **TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA**
RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RSNome do soldador / Operador: **Luis Vinicius de Abreu Pinto** Sinete: **LVA**Processo de Soldagem: **GTAW** Tipo: **Manual**Norma de Qualificação: **ASME IX:2019** EPS: **003/17**Tipo de Junta: Topo Ângulo Tipo de Chanfro: **"V"**Metais de Base: **ASTM A 106 Grau B** Dimensões, mm: **Ø 73,0 x 7,0 x 200**Soldagem: Por um só lado Pelos 2 lados Cobre-Junta: Com Sem NAConsumíveis: AWS: **ER70S-3** Diâmetro, mm: **2,4 / 3,2**
Marca Comercial: **Bohler EML 5** Fluxo (Marca): **-**Posição: **6G** Progressão: **Ascendente**Tipo de Corrente: CCEP CCEN CA Gás de Purga: Com Sem NANº de Camadas: **5** Depósito, mm: **7,0****INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX**Controle Visual: Direto Remoto Passe por Lado: Simples MúltiploGuia de Junta: Com Sem Voltagem (GTAW), controle automático: Com SemVisual: Aprovado Reprovado Por: **Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)**Observações: **-**TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS
Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



CFP SENAI SOLDAGEM CYPRIANO MICHELETTO

Rua das Hortências, 400 - Igará II
CEP 92410-580 - Canoas - RS - Brasil
Fone: (51) 3904-2655
Email:senaiscm@senairs.org.br

Relatório de Ensaio

N° 048 /2020

ENSAIO DE DOBRAMENTO SEMI-GUIADO

OBJETO ENSAIADO

Descrição / Formato: Corpo de Prova / Retangular
Quantidade: 4 (Quatro)
Material: ASTM A 106 Grau B
Soldador: Luis Vinicius de Abreu Pinto
Sinete: LVA
Processo: GTAW
Posição de Soldagem: 6G
Progressão: Ascendente
Material de Adição: ER70S-3

SOLICITANTE

Empresa: TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Endereço: RS 118, Km 03, N° 3355 - Capão da Cruz
Município: Sapucaia do Sul/RS
Objetivo do Ensaio: Qualificação de Soldador

INFORMAÇÕES GERAIS

Ambiente de Ensaio: Temperatura 20°C
Tipo de Corpo de Prova: Dobramento - Face e Raiz
Preparação dos Corpos de Prova: ASME IX QW - 462.3 (a)
Método de Ensaio: QW 162
Critério de Aceitação: QW 163
Data do Ensaio: 27/07/2020
Data de Emissão: 27/07/2020
Dimensões Verificadas, mm: 7 x 19 x 200

CP	Identificação	Ø do Cutelo (mm)	Distância dos roletes (mm)	Ângulo	Identificação e dimensão das descontinuidades
168	DF1-6G-LVA	28	45	180°	Isto de descontinuidades abertas
169	DR1-6G-LVA	28	45	180°	Isto de descontinuidades abertas
170	DF2-6G-LVA	28	45	180°	Isto de descontinuidades abertas
171	DR2-6G-LVA	28	45	180°	Isto de descontinuidades abertas

LAUDO

Aprovado

Reprovado

Corpos de Prova Ensaio e Avaliados por:

Darlei de Almeida Nunes

Data:

27/07/2020

Assinatura:



TOP COLD
SAPUCAIA-RS

CFP SENAI DE SOLDAGEM
CANOAS-RS



REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RQS: 049/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Nome: Luis Vinicius de Abreu Pinto Sinete LVA
EPS: 002/17 Revisão: 0 Peça Teste Solda de produção
Metal Base: ASTM A 36 Espessura: 16,0 mm

Variáveis (QW-350)	Dados do teste	Faixa de Qualificação
Processo (s) de soldagem	GMAW	GMAW
Método de aplicação	Semi-automático	Manual e Semi-Automático
Cobre-junta	Com	Com
<input checked="" type="checkbox"/> Chapa <input type="checkbox"/> Tubo (colocar Ø)	-	Ø ≥ 73 mm - Plana e Horizontal / Ø > 610 mm - Vertical
Chanfro:	-	Ø Ilimitado
Ângulo:	-	1 a 15F, 34 e 41 a 49 e materiais de composição química similar
Metal base: P ou S-N° com P ou S-N°	1	
Especificação AWS	A5.18	
Classificação AWS	ER70S-6	6
Metal de adição F-N°	6	
Consumível "enxerto" (GTAW ou PAW)	NA	NA
Tipo de consumível (sólido, tubular)	Sólido	Sólido
Número de camadas	6 e 6	Ilimitado
Espessura do depósito	16 mm	Ilimitado
Chanfro:	-	Ilimitado
Ângulo:	-	Ilimitado
Posição de soldagem	2G e 3G	Todas
Chanfro:	-	Todas
Ângulo:	-	Todas
Progressão de soldagem	Ascendente	Ascendente
Gás de purga (GTAW, PAW, GMAW)	Sem	Com ou Sem
Modo de Transferência (GMAW)	Curto Circuito	Curto Circuito
Tipo de corrente e polaridade (GTAW)	NA	NA

ENSAIO VISUAL

Data do ensaio: 16/07/2020 Critério de aceitação: ASME IX, QW-194

ENSAIO RADIOGRÁFICO

Data do ensaio: - Critério de aceitação: -
Relatório n°: - Laboratório: -

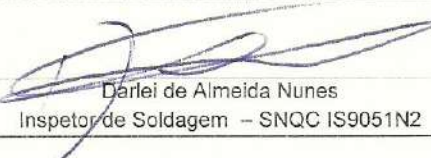
ENSAIO DE DOBRAMENTO (QW-160)

Preparação:	QW - 462.2	Método de ensaio:	QW 162	Critério de aceitação:	QW 163
Identificação	Dimensões (mm)	Cutelo (mm)	Distância dos roletes (mm)	Resultado	
DL1-2G-LVA	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	
DL2-2G-LVA	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	
DL1-3G-LVA	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	
DL2-3G-LVA	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	

Relatório n°: 049 Laboratório: CFP SENAI de Soldagem "Cypriano Micheletto"

Nós certificamos que os dados deste certificado estão corretos e que os testes de solda foram preparados, soldados e testados de acordo com as determinações pelo código ASME IX-2019.

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS


Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



CFP SENAI SOLDAGEM CYPRIANO MICHELETTO

Rua das Hortências, 400 - Igara II
CEP 92410-580 - Canoas - RS - Brasil
Fone: (51) 3904-2655
Email:senaiscm@senairs.org.br

Relatório de Ensaio

Nº 049 /2020

ENSAIO DE DOBRAMENTO SEMI-GUIADO

OBJETO ENSAIADO

Descrição / Formato: Corpo de Prova / Retangular
Quantidade: 4 (Quatro)
Material: ASTM A 36
Soldador: Luis Vinícius de Abreu Pinto
Sinete: LVA
Processo: GMAW
Posição de Soldagem: 2G e 3G
Progressão: Ascendente
Material de Adição: ER70S-6

SOLICITANTE

Empresa: TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Endereço: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
Município: Sapucaia do Sul/RS
Objetivo do Ensaio: Qualificação de Soldador

INFORMAÇÕES GERAIS

Ambiente de Ensaio: Temperatura 20°C
Tipo de Corpo de Prova: Dobramento - Lateral
Preparação dos Corpos de Prova: ASME IX QW - 462.2
Método de Ensaio: QW 162
Critério de Aceitação: QW 163
Data do Ensaio: 27/07/2020
Data de Emissão: 27/07/2020
Dimensões Verificadas, mm: 10 x 16 x 200

CP	Identificação	Ø do Cutelo (mm)	Distância dos roletes (mm)	Ângulo	Identificação e dimensão das descontinuidades
172	DL1-2G-LVA	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas
173	DL2-2G-LVA	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas
174	DL1-3G-LVA	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas
175	DL2-3G-LVA	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas

LAUDO

Aprovado

Reprovado

Corpos de Prova Ensaio e Avaliados por:

Darlei de Almeida Nunes

Data:

27/07/2020

Assinatura:



RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RRS: 049/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Empresa

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RS

Nome do soldador / Operador

Luis Vinicius de Abreu Pinto

Sinete:

LVA

Processo de Soldagem:

GMAW

Tipo:

Semi-automático

Norma de Qualificação

ASME IX:2019

EPS:

002/17

Tipo de Junta:

Topo Ângulo

Tipo de Chanfro:

"V"

Metais de Base:

ASTM A 36

Dimensões, mm:

16 x 200 x 200

Soldagem:

Por um só lado Pelos 2 lados

Cobre-Junta:

Com Sem NA

Consumíveis:

AWS: ER70S-6
Marca Comercial: Bohler S EMK 6

Diâmetro, mm:

1,0

Fluxo (Marca):

-

Posição:

2G e 3G

Progressão:

Ascendente

Tipo de Corrente:

CCEP CCEN CA

Gás de Purga

Com Sem NA

Nº de Camadas:

6 e 6

Depósito, mm

16 e 16

INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX

Controle Visual:

Direto Remoto

Passe por Lado

Simples Múltiplo

Guia de Junta:

Com Sem

Voltagem (GTAW),
controle automático:

Com Sem

Visual:

Aprovado Reprovado

Por:

Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)

Observações:

-

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS


Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



TOP COLD
SAPUCAIA-RS

CFP SENAI DE SOLDAGEM
CANOAS-RS



SENAI

REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RQS: 050/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Nome: José Rubens Santos da Silva Sinete: JRS
EPS: 002/17 Revisão: 0 Peça Teste Solda de produção
Metal Base: ASTM A 36 Espessura: 16 mm

Variáveis (QW-350)	Dados do teste	Faixa de Qualificação
Processo (s) de soldagem	GMAW	GMAW
Método de aplicação	Semi-automático	Manual e Semi-Automático
Cobre-junta	Com	Com
<input checked="" type="checkbox"/> Chapa <input type="checkbox"/> Tubo (colocar Ø)	-	Ø ≥ 73 mm - Plana e Horizontal / Ø > 61.0 mm - Vertical
Chanfro:	-	Ø Ilimitado
Ângulo:	-	1 a 15F, 34 e 41 a 49 e
Metal base: P ou S-N° com P ou S-N°	1	materiais de composição química similar
Especificação AWS	A5.18	
Classificação AWS	ER70S-6	6
Metal de adição F-N°	6	
Consumível "enxerto" (GTAW ou PAW)	NA	NA
Tipo de consumível (sólido, tubular)	Sólido	Sólido
Número de camadas	6 e 6	Ilimitado
Espessura do depósito	16 mm	Ilimitado
Chanfro:	-	Ilimitado
Ângulo:	-	Ilimitado
Posição de soldagem	2G e 3G	Todas
Chanfro:	-	Todas
Ângulo:	-	Todas
Progressão de soldagem	Ascendente	Ascendente
Gás de purga (GTAW, PAW, GMAW)	Sem	Com ou Sem
Modo de Transferência (GMAW)	Curto Circuito	Curto Circuito
Tipo de corrente e polaridade (GTAW)	NA	NA

ENSAIO VISUAL

Data do ensaio: 16/07/2020 Critério de aceitação: ASME IX, QW-194

ENSAIO RADIOGRÁFICO

Data do ensaio: - Critério de aceitação: -
Relatório n°: - Laboratório: -

ENSAIO DE DOBRAMENTO (QW-160)

Preparação:	QW - 462.2	Método de ensaio:	QW 162	Critério de aceitação:	QW 163
Identificação	Dimensões (mm)	Cutelo (mm)	Distância dos roletes (mm)	Resultado	
DL1-2G-JRS	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	
DL2-2G-JRS	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	
DL1-3G-JRS	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	
DL2-3G-JRS	10 x 16 x 200	40	63	Aprovado	

Relatório n°: 050 Laboratório: CFP SENAI de Soldagem: "Cypriano Micheletto"

Nós certificamos que os dados deste certificado estão corretos e que os testes de solda foram preparados, soldados e testados de acordo com as determinações pelo código ASME IX-2019.

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS

Daniel de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



CFP SENAI SOLDAGEM CYPRIANO MICHELETTO

Rua das Hortências, 400 - Igará II
CEP 92410-580 - Canoas - RS - Brasil
Fone: (51) 3904-2655
Email: senaiscm@senairs.org.br

Relatório de Ensaio

Nº 050 /2020

ENSAIO DE DOBRAMENTO SEMI-GUIADO

OBJETO ENSAIADO

Descrição / Formato: Corpo de Prova / Retangular
Quantidade: 4 (Quatro)
Material: ASTM A 36
Soldador: José Rubens Santos da Silva
Sinete: JRS
Processo: GMAW
Posição de Soldagem: 2G e 3G
Progressão: Ascendente
Material de Adição: ER70S-6

SOLICITANTE

Empresa: TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Endereço: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
Município: Sapucaia do Sul/RS
Objetivo do Ensaio: Qualificação de Soldador

INFORMAÇÕES GERAIS

Ambiente de Ensaio: Temperatura 20°C
Tipo de Corpo de Prova: Dobramento - Lateral
Preparação dos Corpos de Prova: ASME IX QW - 462.2
Método de Ensaio: QW 162
Critério de Aceitação: QW 163
Data do Ensaio: 27/07/2020
Data de Emissão: 27/07/2020
Dimensões Verificadas, mm: 10 x 16 x 200

CP	Identificação	∅ do Cutelo (mm)	Distância dos roletes (mm)	Ângulo	Identificação e dimensão das descontinuidades
176	DL1-2G-JRS	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas
177	DL2-2G-JRS	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas
178	DL1-3G-JRS	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas
179	DL2-3G-JRS	40	63	180°	Isto de descontinuidades abertas

LAUDO

Aprovado

Reprovado

Corpos de Prova Ensaio e Avaliados por:

Darlei de Almeida Nunes

Data:

27/07/2020

Assinatura:

**SENAI****RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM
QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR**

RRS: 050/20

Data: 16/07/2020

Folha: 1 / 1

Empresa

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA

RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RS

Nome do soldador / Operador

José Rubens Santos da Silva

Sinete:

JRS

Processo de Soldagem:

GMAW

Tipo:

Semi-automático

Norma de Qualificação

ASME IX:2019

EPS:

002/17

Tipo de Junta:

 Topo Ângulo

Tipo de Chanfro:

"V"

Metais de Base:

ASTM A 36

Dimensões, mm:

16 x 200 x 200

Soldagem:

 Por um só lado Pelos 2 lados

Cobre-Junta:

 Com Sem NA

Consumíveis:

AWS:

ER70S-6

Marca Comercial:

Bohler S EMK 6

Diâmetro, mm:

1,0

Fluxo (Marca):

-

Posição:

2G e 3G

Progressão:

Ascendente

Tipo de Corrente:

 CCEP CCEN CA

Gás de Purga

 Com Sem NA

Nº de Camadas:

6 e 6

Depósito, mm

16 e 16

INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX

Controle Visual:

 Direto Remoto

Passe por Lado

 Simples Múltiplo

Guia de Junta:

 Com SemVoltagem (GTAW),
controle automático: Com Sem

Visual:


 Aprovado Reprovado

Por:

Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)

Observações:

-

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS
Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2

**SENAI****RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM
QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR**

RRS: 047/20

Data: 16/07/2020

Folha: 1 / 1

Empresa

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA

RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RS

Nome do soldador / Operador

José Rubens Santos da Silva

Sinete:

JRS

Processo de Soldagem:

GTAW

Tipo:

Manual

Norma de Qualificação

ASME IX:2019

EPS:

003/17

Tipo de Junta:



Topo



Ângulo

Tipo de Chanfro:

"V"

Metais de Base:

ASTM A 106 Grau B

Dimensões, mm:

Ø 73,0 x 7,0 x 200

Soldagem:



Por um só lado



Pelos 2 lados

Cobre-Junta:



Com



Sem



NA

Consumíveis:

AWS:

ER70S-3

Diâmetro, mm:

2,4 / 3,2

Marca Comercial:

Bohler EML 5

Fluxo (Marca):

-

Posição:

6G

Progressão:

Ascendente

Tipo de Corrente:



CCEP



CCEN



CA

Gás de Purga



Com



Sem



NA

Nº de Camadas:

4

Depósito, mm

7,0

INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX

Controle Visual:



Direto



Remoto

Passe por Lado



Simples



Múltiplo

Guia de Junta:



Com



Sem

Voltagem (GTAW),
controle automático:

Com



Sem

Visual:



Aprovado



Reprovado

Por:

Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)

Observações:

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS
Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2

6.0. Memorial de Cálculo

Memória de Cálculo

**ASME VIII Divisão 1
Edição 2017**

**Projeto: VASOS - THERMTECH
Vaso: TCDL - Ø750X2000
Data: 05/07/2021**

1. Dados de entrada

Tipo de vaso	Horizontal
Material do casco	SA-516 Grau 70, Plate
Material do tampo esquerdo	SA-516 Grau 70, Plate
Material do tampo direito	SA-516 Grau 70, Plate
Tampo esquerdo	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Tampo direito	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Diâmetro interno	D = 750,00 mm
Comprimento do casco	L _s = 2000,0 mm
Pressão interna de projeto	P = 16,300 kgf/cm ²
Temperatura interna de projeto	T = 50,000 °C
Densidade do produto	ρ = 640,00 kg/m ³
Densidade do fluido de teste	ρ _T = 1000,0 kg/m ³

2. Seção cilíndrica 1

2.1. Dados básicos

2.1.1. Dimensões

Diâmetro interno.....	D =	750,00 mm
Comprimento da seção do casco	L _s =	2000,0 mm
Espessura nominal.....	t _n =	8,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão interna	c _i =	0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	c _o =	0,70000 mm

2.1.2. Parâmetros de projeto

Pressão interna de projeto.....	P _i =	16,300 kgf/cm ²
Temperatura interna de projeto	T _i =	50,000 °C

2.1.3. Material

Especificação	SA-516 Grau 70
Forma do produto	Plate
Tensão admissível na temperatura de projeto	S = 1406,1 kgf/cm ²
Tensão de escoamento do material na temperatura do teste	S _y = 2671,7 kgf/cm ²

2.1.4. Juntas soldadas

Junta longitudinal.....	Categoria A, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c)
Junta entre o tampo esquerdo e o casco	Categoria B -
Junta entre o tampo direito e o casco	Categoria B -
Eficiência da junta longitudinal	E = 0,70000
Eficiência da junta circunferencial	E _c = 0,70000

2.1.5. Pressões estáticas

Densidade do fluido	ρ = 640,00 kg/m ³
Coluna de líquido em operação	H _s = 750,00 mm
Pressão estática em operação.....	P _s = 0,04800 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste	ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica	H _{th} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica	P _{th} = 0,07500 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste	ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo.....	H _{tv} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de campo.....	P _{tv} = 0,07500 kgf/cm ²

2.2. Espessura sob pressão interna

2.2.1. Tensão circunferencial

Raio interno corroído da seção do casco	R =	375,00 mm
Pressão interna de projeto.....	P = P _i + P _s =	16,348 kgf/cm ²
Espessura mínima para a tensão circunferencial.....	t ₁ =	6,2910 mm
Espessura mínima - UG-16(b).....	t _{UG16} =	1,5000 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	t ₁ =	6,2910 mm

A espessura mínima para a tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1):

$$t_1 = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_1 = \frac{16,348 \times 375}{1406,1 \times 0,7 - 0,6 \times 16,348}$$

$$\therefore t_1 = 6,291 \text{ mm}$$

2.2.2. Tensão longitudinal

Raio interno corroído da seção do casco	R =	375,00 mm
Pressão interna de projeto	P = P _i + P _s =	16,348 kgf/cm ²
Espessura mínima para a tensão longitudinal	t ₂ =	3,1038 mm
Espessura mínima - UG-16(b)	t _{UG16} =	1,5000 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	t ₂ =	3,1038 mm

A espessura mínima para a tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2):

$$t_2 = \frac{PR}{2S_1E + 0,4P}$$

$$t_2 = \frac{16,348 \times 375}{2 \times 1406,1 \times 0,7 + 0,4 \times 16,348}$$

$$\therefore t_2 = 3,1038 \text{ mm}$$

2.2.3. Espessura mínima requerida sob pressão interna

Espessura mínima para a tensão circunferencial	t ₁ =	6,2910 mm
Espessura mínima para a tensão longitudinal	t ₂ =	3,1038 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	t =	6,2910 mm

A tensão circunferencial governa para a pressão interna.

2.2.4. Tensão de compressão admissível por UG-23(b)

Condição	R _o mm	t mm	Fator A	Fator B kgf/cm ²	S kgf/cm ²	S _c kgf/cm ²
Temperatura de projeto/Corroído	382,30	7,3000	0,002387	1090,6	1406,1	1090,6
Temperatura de projeto/Novo	383,00	8,0000	0,002611	1109,3	1406,1	1109,3
Temperatura do teste/Corroído	382,30	7,3000	0,002387	1090,6	1406,1	1090,6
Temperatura do teste/Novo	383,00	8,0000	0,002611	1109,3	1406,1	1109,3

a) R_o = raio externo

b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída

c) A = 0,125/(R_o/t) - UG-23(b) Step 1

d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)

e) S_c = menor entre S e B

2.3. Cálculo da espessura nominal mínima

Espessura mínima	t =	6,2910 mm
Espessura mínima mais corrosão	t _c =	6,9910 mm
Espessura nominal	t _n =	8,0000 mm

Como t_n ≥ t_{c,t}, a espessura nominal é adequada.

2.4. Cálculo da PMTA

Tensão admissível máxima na temperatura de projeto	S =	1406,1 kgf/cm ²
Espessura corroída da seção do casco	t =	7,3000 mm
Raio interno corroído da seção do casco	R =	375,00 mm
Pressão máxima de trabalho admissível	PMTA =	18,892 kgf/cm ²

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A PMTA sob pressão interna, na temperatura de projeto, é dada por [ver UG-27(c)(1)]:

$$PMTA = \frac{SEt}{R + 0,6t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{1406,1 \times 0,7 \times 7,3}{375 + 0,6 \times 7,3} - 0,048$$

$$\therefore PMTA = 18,892 \text{ kgf/cm}^2$$

2.5. Alongamento da fibra externa de acordo com UCS-79(d)

Alongamento da fibra externa	ε =	1,0554 %
------------------------------------	-----	----------

Espessura nominal da chapa t = 8,0000 mm
Raio médio final..... R_f = 379,00 mm
Raio médio original R_o = ∞ mm

$$\varepsilon = \frac{50t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 8}{379} \times \left(1 - \frac{379}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 1,0554$$

3. Cálculo do tempo esquerdo

3.1. Dados básicos

3.1.1. Dimensões

Tampo.....	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Diâmetro interno.....	D = 750,00 mm
Altura interna da calota.....	h = 187,50 mm
Razão D/2h.....	D/2h = 2,0000
Comprimento da parte cilíndrica.....	h _{sf} = 40,000 mm
Espessura nominal.....	t _n = 9,5300 mm
Sobre-espessura de corrosão interna.....	c _i = 0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	c _o = 0,70000 mm
Esmagamento.....	t _{ho} = 2,5000 mm

3.1.2. Parâmetros de projeto

Pressão interna de projeto.....	P _i = 16,300 kgf/cm ²
Temperatura interna de projeto.....	T _i = 50,000 °C

3.1.3. Material

Especificação.....	SA-516 Grau 70
Forma do produto.....	Plate
Tensão admissível na temperatura de projeto.....	S = 1406,1 kgf/cm ²
Tensão de escoamento do material na temperatura do teste.....	S _y = 2671,7 kgf/cm ²

3.2. Pressões estáticas

3.2.1. Parte cilíndrica

Densidade do fluido.....	ρ = 640,00 kg/m ³
Coluna de líquido em operação.....	H _s = 750,00 mm
Pressão estática em operação.....	P _s = 0,04800 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica.....	H _{th} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica.....	P _{th} = 0,07500 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo.....	H _{tv} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de campo.....	P _{tv} = 0,07500 kgf/cm ²

3.2.2. Seção semi-elíptica

Densidade do fluido.....	ρ = 640,00 kg/m ³
Coluna de líquido em operação.....	H _s = 750,00 mm
Pressão estática em operação.....	P _s = 0,04800 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica.....	H _{th} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica.....	P _{th} = 0,07500 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo.....	H _{tv} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de campo.....	P _{tv} = 0,07500 kgf/cm ²

3.3. Espessura sob pressão interna

3.3.1. Parte cilíndrica

3.3.1.1. Tensão circunferencial

Raio interno corroído da parte reta.....	R = 375,00 mm
--	---------------

Pressão interna de projeto.....	$P = P_i + P_s =$	16,348 kgf/cm ²
Espessura mínima para a tensão circunferencial.....	$t_1 =$	4,3904 mm
Espessura mínima - UG-16(b).....	$t_{UG16} =$	1,5000 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	$t_1 =$	4,3904 mm

A espessura mínima para a tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1):

$$t_1 = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_1 = \frac{16,348 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 16,348}$$

$$\therefore t_1 = 4,3904 \text{ mm}$$

3.3.1.2. Tensão longitudinal

Raio interno corroído da parte reta	$R =$	375,00 mm
Pressão interna de projeto.....	$P = P_i + P_s =$	16,348 kgf/cm ²
Espessura mínima para a tensão longitudinal	$t_2 =$	3,1038 mm
Espessura mínima - UG-16(b).....	$t_{UG16} =$	1,5000 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	$t_2 =$	3,1038 mm

A espessura mínima para a tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2):

$$t_2 = \frac{P R}{2 S_1 E + 0,4 P}$$

$$t_2 = \frac{16,348 \times 375}{2 \times 1406,1 \times 0,7 + 0,4 \times 16,348}$$

$$\therefore t_2 = 3,1038 \text{ mm}$$

3.3.1.3. Espessura mínima requerida sob pressão interna

Espessura mínima para a tensão circunferencial.....	$t_1 =$	4,3904 mm
Espessura mínima para a tensão longitudinal	$t_2 =$	3,1038 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	$t =$	4,3904 mm

A tensão circunferencial governa para a pressão interna.

3.3.1.4. Tensão de compressão admissível por UG-23(b)

Condição	R_o mm	t mm	Fator A	Fator B kgf/cm ²	S kgf/cm ²	S_c kgf/cm ²
Temperatura de projeto/Corroído	383,83	8,8300	0,002876	1129,9	1406,1	1129,9
Temperatura de projeto/Novo	384,53	9,5300	0,003098	1143,6	1406,1	1143,6
Temperatura do teste/Corroído	383,83	8,8300	0,002876	1129,9	1406,1	1129,9
Temperatura do teste/Novo	384,53	9,5300	0,003098	1143,6	1406,1	1143,6

a) R_o = raio externo

b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída

c) $A = 0,125/(R_o/t)$ - UG-23(b) Step 1

d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)

e) S_c = menor entre S e B

Nota: Pela UG-32(l), quando o tanque tem uma parte cilíndrica, a espessura da parte cilíndrica deve ser mínimo igual à requerida para cilindros sem costura de mesmo diâmetro.

3.3.2. Seção semi-elíptica

3.3.2.1. Fator K

Fator K	$K =$	1,0000
---------------	-------	--------

Fator K para tanques semi-elípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{750}{2 \times 187,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K = 1$$

Fator K após corrosão K_c = 1,0000

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K_c = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D_c}{2h_c} \right)^2 \right]$$

$$K_c = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{750}{2 \times 187,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K_c = 1$$

3.3.2.1.1. Espessura mínima: 1-4(c)(1)

Eficiência de junta E = 0,85000
 Pressão interna de projeto P = P_i + P_s = 16,348 kgf/cm²
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 5,1362 mm

A espessura mínima sob pressão interna é dada pelo Apêndice 1-4(c)(1):

$$t = \frac{P D K}{2 S E - 0,2 P}$$

$$t = \frac{16,348 \times 750 \times 1}{2 \times 1406,1 \times 0,85 - 0,2 \times 16,348}$$

$$\therefore t = 5,1362 \text{ mm}$$

3.3.2.1.2. Espessura mínima: Máximo entre 1-4(c)(1) e UG-16

Espessura mínima - 1-4(c)(1) t_{1-4(c)} = 5,1362 mm
 Espessura mínima - UG-16(b) t_{UG-16} = 1,5000 mm
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 5,1362 mm

3.4. Cálculo da espessura nominal mínima

3.4.1. Parte cilíndrica

Espessura mínima t = 4,3904 mm
 Espessura mínima mais corrosão t_c = 5,0904 mm

3.4.2. Semi-elíptico

Espessura mínima t = 5,1362 mm
 Espessura mínima mais esmagamento t_f = 7,6362 mm
 Espessura mínima mais esmagamento e corrosão t_c = 8,3362 mm

3.4.3. Resultados finais

Espessura mínima t = 5,1362 mm

Espessura mínima mais esmagamento	$t_f =$	7,6362 mm
Espessura mínima mais esmagamento e corrosão	$t_c =$	8,3362 mm
Espessura nominal.....	$t_n =$	9,5300 mm

Como $t_n \geq t_{c,t}$, a espessura nominal é adequada.

3.5. Cálculo da PMTA

3.5.1. Parte cilíndrica

Tensão admissível máxima na temperatura de projeto	$S =$	1406,1 kgf/cm ²
Espessura corroída da parte reta	$t =$	8,8300 mm
Raio interno corroído da parte reta	$R =$	375,00 mm
Pressão máxima de trabalho admissível	$PMTA =$	32,601 kgf/cm ²

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A PMTA sob pressão interna, na temperatura de projeto, é dada por [ver UG-27(c)(1)]:

$$PMTA = \frac{S E t}{R + 0,6 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{1406,1 \times 1 \times 8,83}{375 + 0,6 \times 8,83} - 0,048$$

$$\therefore PMTA = 32,601 \text{ kgf/cm}^2$$

3.5.2. Seção semi-elíptica

3.5.2.1. Pressão máxima de trabalho admissível: 1-4(c)(1)

Espessura corroída	$t =$	6,3300 mm
Fator K após corrosão	$K =$	1,0000
Eficiência de junta	$E =$	0,85000
Pressão máxima de trabalho admissível	$PMTA =$	20,093 kgf/cm ²

PMTA é dada por Apêndice 1-4(c)(1):

$$PMTA = \frac{2 S E t}{K D + 0,2 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{2 \times 1406,1 \times 0,85 \times 6,33}{1 \times 750 + 0,2 \times 6,33} - 0,048$$

$$\therefore PMTA = 20,093 \text{ kgf/cm}^2$$

3.6. Alongamento da fibra externa de acordo com UCS-79(d)

3.6.1. Parte cilíndrica

Alongamento da fibra externa	$\varepsilon =$	1,2547 %
Espessura nominal da chapa	$t =$	9,5300 mm
Raio médio final.....	$R_f =$	379,76 mm
Raio médio original	$R_o =$	∞ mm

$$\varepsilon = \frac{50 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 9,53}{379,76} \times \left(1 - \frac{379,76}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 1,2547$$

3.7. Seção semi-elíptica

Alongamento da fibra externa	$\varepsilon =$	5,4039 %
------------------------------------	-----------------	----------

Espessura nominal da chapa	t =	9,5300 mm
Raio médio final.....	R _f =	132,27 mm
Raio médio original	R _o =	∞ mm

$$\varepsilon = \frac{75 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{75 \times 9,53}{132,27} \times \left(1 - \frac{132,27}{\infty} \right)$$

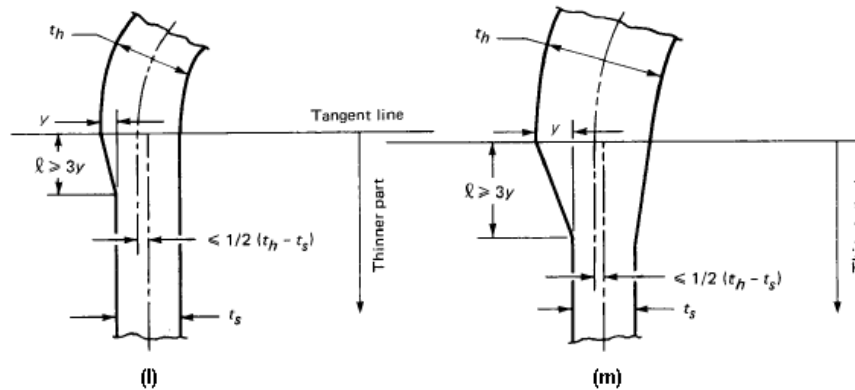
$$\therefore \varepsilon = 5,4039$$

Segundo a UCS-79(d), se a parte for fabricada por conformação a frio e o material for P-No 1 Grupo No. 1 ou 2, o tratamento térmico por UCS-56 é requerido se a redução por conformação a frio for maior do que 10% em qualquer lugar em que o alongamento de fibra exceder 5% da condição como laminado. Ver UCS-79(d)(4).

3.8. Adelgaçamento e comprimento da parte cilíndrica

Espessura nominal do tampo	t _h =	9,5300 mm
Espessura nominal do casco.....	t _s =	8,0000 mm
Diferença na espessura entre casco e tampo	Δt =	1,5300 mm
Razão entre as espessuras do tampo e do casco	t _h /t _s =	1,1912
Comprimento da redução exigido por UW-13(b)(3)?		Não
Comprimento mínimo da parte cilíndrica	h _{fmin} =	28,590 mm
Comprimento máximo da parte cilíndrica	h _{fmax} =	38,000 mm
Comprimento da parte cilíndrica	h _{sf} =	40,000 mm

O comprimento da parte cilíndrica é maior que o valor máximo.



Conforme UW-13(b)(3), quando uma transição é requerida em qualquer tampo conformado mais espesso do que o casco para juntas de topo [Fig. UW-13.1 croquis (l) e (m)], a parte reta do tampo deve ser longa o suficiente de modo a acomodar toda a transição até no máximo à linha de tangência.

Na Fig. UW-13.1, croquis (l) e (m), o comprimento mínimo da parte reta é igual a 3*t_h (espessura nominal do tampo), não necessitando exceder 38 mm (1 1/2 in), excepto quando for necessário para prover o comprimento da transição.

4. Cálculo do tempo direito

4.1. Dados básicos

4.1.1. Dimensões

Tampo.....	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Diâmetro interno.....	D = 750,00 mm
Altura interna da calota.....	h = 187,50 mm
Razão D/2h.....	D/2h = 2,0000
Comprimento da parte cilíndrica.....	h _{sf} = 40,000 mm
Espessura nominal.....	t _n = 9,5300 mm
Sobre-espessura de corrosão interna.....	c _i = 0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	c _o = 0,70000 mm
Esmagamento.....	t _{ho} = 2,5000 mm

4.1.2. Parâmetros de projeto

Pressão interna de projeto.....	P _i = 16,300 kgf/cm ²
Temperatura interna de projeto.....	T _i = 50,000 °C

4.1.3. Material

Especificação.....	SA-516 Grau 70
Forma do produto.....	Plate
Tensão admissível na temperatura de projeto.....	S = 1406,1 kgf/cm ²
Tensão de escoamento do material na temperatura do teste.....	S _y = 2671,7 kgf/cm ²

4.2. Pressões estáticas

4.2.1. Parte cilíndrica

Densidade do fluido.....	ρ = 640,00 kg/m ³
Coluna de líquido em operação.....	H _s = 750,00 mm
Pressão estática em operação.....	P _s = 0,04800 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica.....	H _{th} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica.....	P _{th} = 0,07500 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo.....	H _{tv} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de campo.....	P _{tv} = 0,07500 kgf/cm ²

4.2.2. Seção semi-elíptica

Densidade do fluido.....	ρ = 640,00 kg/m ³
Coluna de líquido em operação.....	H _s = 750,00 mm
Pressão estática em operação.....	P _s = 0,04800 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica.....	H _{th} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica.....	P _{th} = 0,07500 kgf/cm ²
Densidade do fluido do teste.....	ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³
Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo.....	H _{tv} = 750,00 mm
Pressão estática - Teste hidrostático de campo.....	P _{tv} = 0,07500 kgf/cm ²

4.3. Espessura sob pressão interna

4.3.1. Parte cilíndrica

4.3.1.1. Tensão circunferencial

Raio interno corroído da parte reta.....	R = 375,00 mm
--	---------------

Pressão interna de projeto.....	$P = P_i + P_s =$	16,348 kgf/cm ²
Espessura mínima para a tensão circunferencial.....	$t_1 =$	4,3904 mm
Espessura mínima - UG-16(b).....	$t_{UG16} =$	1,5000 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	$t_1 =$	4,3904 mm

A espessura mínima para a tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1):

$$t_1 = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_1 = \frac{16,348 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 16,348}$$

$$\therefore t_1 = 4,3904 \text{ mm}$$

4.3.1.2. Tensão longitudinal

Raio interno corroído da parte reta	$R =$	375,00 mm
Pressão interna de projeto.....	$P = P_i + P_s =$	16,348 kgf/cm ²
Espessura mínima para a tensão longitudinal	$t_2 =$	3,1038 mm
Espessura mínima - UG-16(b).....	$t_{UG16} =$	1,5000 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	$t_2 =$	3,1038 mm

A espessura mínima para a tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2):

$$t_2 = \frac{P R}{2 S_1 E + 0,4 P}$$

$$t_2 = \frac{16,348 \times 375}{2 \times 1406,1 \times 0,7 + 0,4 \times 16,348}$$

$$\therefore t_2 = 3,1038 \text{ mm}$$

4.3.1.3. Espessura mínima requerida sob pressão interna

Espessura mínima para a tensão circunferencial.....	$t_1 =$	4,3904 mm
Espessura mínima para a tensão longitudinal	$t_2 =$	3,1038 mm
Espessura mínima sobre pressão interna	$t =$	4,3904 mm

A tensão circunferencial governa para a pressão interna.

4.3.1.4. Tensão de compressão admissível por UG-23(b)

Condição	R_o mm	t mm	Fator A	Fator B kgf/cm ²	S kgf/cm ²	S_c kgf/cm ²
Temperatura de projeto/Corroído	383,83	8,8300	0,002876	1129,9	1406,1	1129,9
Temperatura de projeto/Novo	384,53	9,5300	0,003098	1143,6	1406,1	1143,6
Temperatura do teste/Corroído	383,83	8,8300	0,002876	1129,9	1406,1	1129,9
Temperatura do teste/Novo	384,53	9,5300	0,003098	1143,6	1406,1	1143,6

a) R_o = raio externo

b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída

c) $A = 0,125 / (R_o / t)$ - UG-23(b) Step 1

d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)

e) S_c = menor entre S e B

Nota: Pela UG-32(l), quando o tanque tem uma parte cilíndrica, a espessura da parte cilíndrica deve ser mínimo igual à requerida para cilindros sem costura de mesmo diâmetro.

4.3.2. Seção semi-elíptica

4.3.2.1. Fator K

Fator K.....	$K =$	1,0000
--------------	-------	--------

Fator K para tanques semi-elípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{750}{2 \times 187,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K = 1$$

Fator K após corrosão K_c = 1,0000

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K_c = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D_c}{2h_c} \right)^2 \right]$$

$$K_c = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{750}{2 \times 187,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K_c = 1$$

4.3.2.1.1. Espessura mínima: 1-4(c)(1)

Eficiência de junta E = 0,85000
 Pressão interna de projeto P = P_i + P_s = 16,348 kgf/cm²
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 5,1362 mm

A espessura mínima sob pressão interna é dada pelo Apêndice 1-4(c)(1):

$$t = \frac{P D K}{2 S E - 0,2 P}$$

$$t = \frac{16,348 \times 750 \times 1}{2 \times 1406,1 \times 0,85 - 0,2 \times 16,348}$$

$$\therefore t = 5,1362 \text{ mm}$$

4.3.2.1.2. Espessura mínima: Máximo entre 1-4(c)(1) e UG-16

Espessura mínima - 1-4(c)(1) t_{1-4(c)} = 5,1362 mm
 Espessura mínima - UG-16(b) t_{UG-16} = 1,5000 mm
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 5,1362 mm

4.4. Cálculo da espessura nominal mínima

4.4.1. Parte cilíndrica

Espessura mínima t = 4,3904 mm
 Espessura mínima mais corrosão t_c = 5,0904 mm

4.4.2. Semi-elíptico

Espessura mínima t = 5,1362 mm
 Espessura mínima mais esmagamento t_f = 7,6362 mm
 Espessura mínima mais esmagamento e corrosão t_c = 8,3362 mm

4.4.3. Resultados finais

Espessura mínima t = 5,1362 mm

Espessura mínima mais esmagamento	$t_f =$	7,6362 mm
Espessura mínima mais esmagamento e corrosão	$t_c =$	8,3362 mm
Espessura nominal.....	$t_n =$	9,5300 mm

Como $t_n \geq t_{c,t}$, a espessura nominal é adequada.

4.5. Cálculo da PMTA

4.5.1. Parte cilíndrica

Tensão admissível máxima na temperatura de projeto	$S =$	1406,1 kgf/cm ²
Espessura corroída da parte reta	$t =$	8,8300 mm
Raio interno corroído da parte reta	$R =$	375,00 mm
Pressão máxima de trabalho admissível	$PMTA =$	32,601 kgf/cm ²

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A PMTA sob pressão interna, na temperatura de projeto, é dada por [ver UG-27(c)(1)]:

$$PMTA = \frac{S E t}{R + 0,6 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{1406,1 \times 1 \times 8,83}{375 + 0,6 \times 8,83} - 0,048$$

$$\therefore PMTA = 32,601 \text{ kgf/cm}^2$$

4.5.2. Seção semielíptica

4.5.2.1. Pressão máxima de trabalho admissível: 1-4(c)(1)

Espessura corroída	$t =$	6,3300 mm
Fator K após corrosão	$K =$	1,0000
Eficiência de junta	$E =$	0,85000
Pressão máxima de trabalho admissível	$PMTA =$	20,093 kgf/cm ²

PMTA é dada por Apêndice 1-4(c)(1):

$$PMTA = \frac{2 S E t}{K D + 0,2 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{2 \times 1406,1 \times 0,85 \times 6,33}{1 \times 750 + 0,2 \times 6,33} - 0,048$$

$$\therefore PMTA = 20,093 \text{ kgf/cm}^2$$

4.6. Alongamento da fibra externa de acordo com UCS-79(d)

4.6.1. Parte cilíndrica

Alongamento da fibra externa	$\varepsilon =$	1,2547 %
Espessura nominal da chapa	$t =$	9,5300 mm
Raio médio final.....	$R_f =$	379,76 mm
Raio médio original	$R_o =$	∞ mm

$$\varepsilon = \frac{50 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 9,53}{379,76} \times \left(1 - \frac{379,76}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 1,2547$$

4.7. Seção semielíptica

Alongamento da fibra externa	$\varepsilon =$	5,4039 %
------------------------------------	-----------------	----------

Espessura nominal da chapa	t =	9,5300 mm
Raio médio final.....	R _f =	132,27 mm
Raio médio original	R _o =	∞ mm

$$\varepsilon = \frac{75 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{75 \times 9,53}{132,27} \times \left(1 - \frac{132,27}{\infty} \right)$$

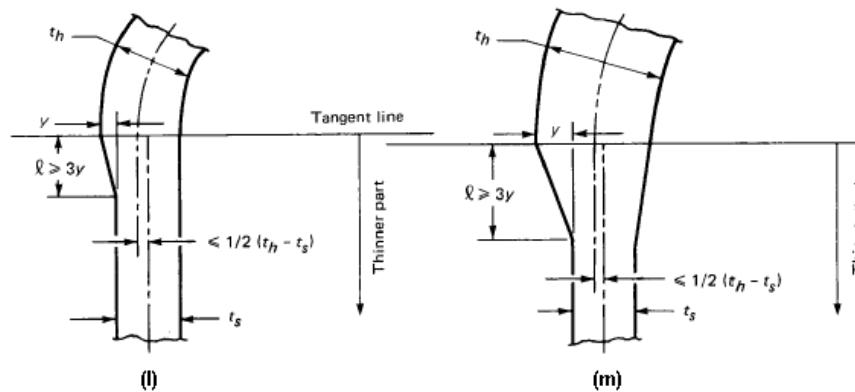
$$\therefore \varepsilon = 5,4039$$

Segundo a UCS-79(d), se a parte for fabricada por conformação a frio e o material for P-No 1 Grupo No. 1 ou 2, o tratamento térmico por UCS-56 é requerido se a redução por conformação a frio for maior do que 10% em qualquer lugar em que o alongamento de fibra exceder 5% da condição como laminado. Ver UCS-79(d)(4).

4.8. Adelgaçamento e comprimento da parte cilíndrica

Espessura nominal do tampo	t _h =	9,5300 mm
Espessura nominal do casco.....	t _s =	8,0000 mm
Diferença na espessura entre casco e tampo	Δt =	1,5300 mm
Razão entre as espessuras do tampo e do casco	t _h /t _s =	1,1912
Comprimento da redução exigido por UW-13(b)(3)?		Não
Comprimento mínimo da parte cilíndrica	h _{fmin} =	28,590 mm
Comprimento máximo da parte cilíndrica	h _{fmax} =	38,000 mm
Comprimento da parte cilíndrica	h _{sf} =	40,000 mm

O comprimento da parte cilíndrica é maior que o valor máximo.



Conforme UW-13(b)(3), quando uma transição é requerida em qualquer tampo conformado mais espesso do que o casco para juntas de topo [Fig. UW-13.1 croquis (l) e (m)], a parte reta do tampo deve ser longa o suficiente de modo a acomodar toda a transição até no máximo à linha de tangência.

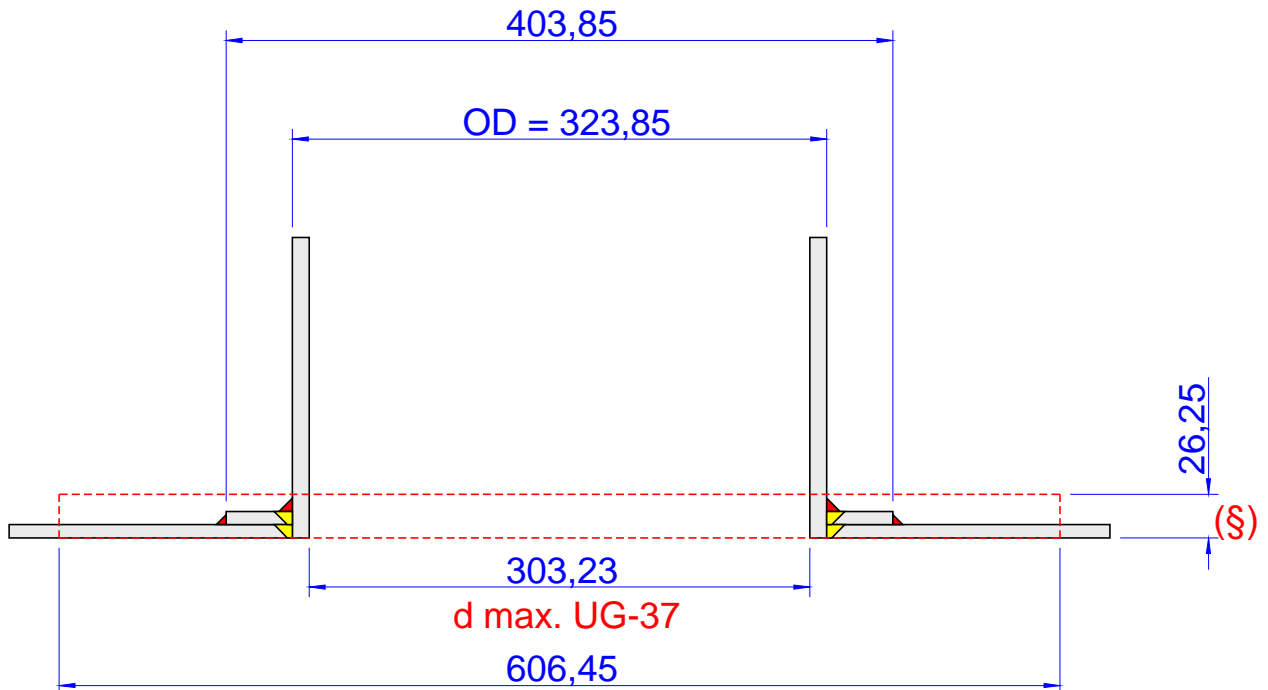
Na Fig. UW-13.1, croquis (l) e (m), o comprimento mínimo da parte reta é igual a 3*t_h (espessura nominal do tampo), não necessitando exceder 38 mm (1 1/2 in), excepto quando for necessário para prover o comprimento da transição.

5. Bocal - N1

5.1. Dados gerais

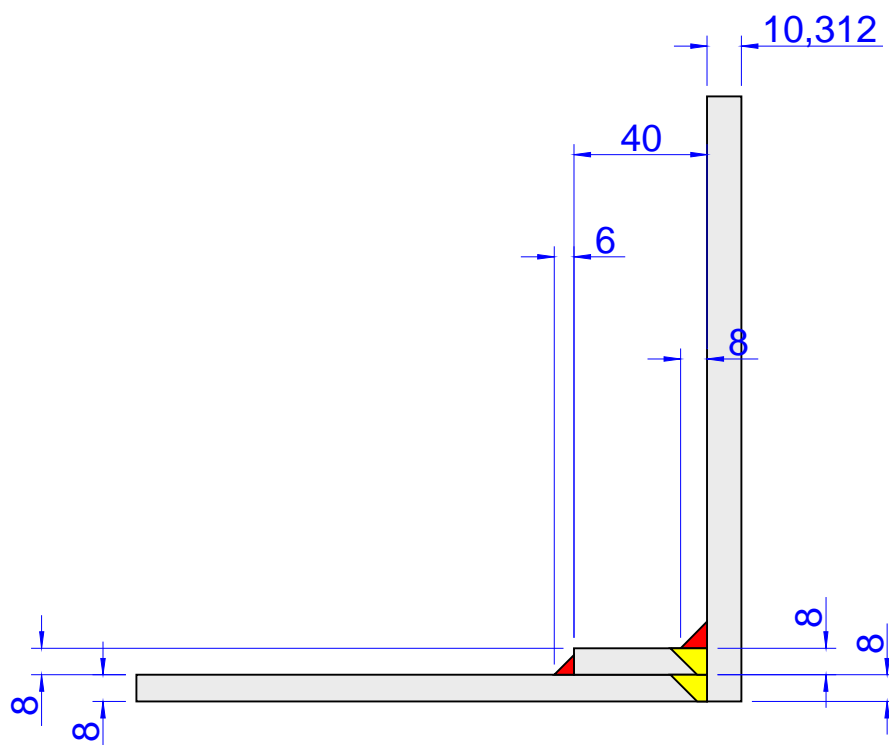
Localizado em.....	Seção cilíndrica 1
Descrição do bocal	Domo
Descrição do tubo do bocal.....	NPS 12 (DN 300) Schedule 40
Material do bocal	SA-516 Grau 70
Orientação do bocal	$\theta = 180,00^\circ$
Espessura mínima local da casca.....	$t_s = 8,0000$ mm
Projeção para fora do vaso	$L_N = 350,00$ mm
Distância da linha de centro do bocal à referência.....	$L_B = 1700,0$ mm
Distância da ponta do bocal à referência.....	$R_E = 733,00$ mm
Diâmetro externo do bocal (Novo)	$OD = 323,85$ mm
Diâmetro interno do bocal (Novo)	$ID = 303,23$ mm
Espessura nominal da parede do bocal (Novo).....	$t_{wall} = 10,312$ mm
Sobre-espessura de corrosão do bocal	$c = 0,0000$ mm
Largura do reforço.....	$W_p = 40,000$ mm
Espessura da parede do reforço (Novo).....	$t_p = 8,0000$ mm
Material do reforço	SA-240 304

5.2. Abertura - Limites de reforço



(§) Limite de reforço externo: 18,250 mm

5.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

5.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm)				
A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45.				
Para P = 19,775 kgf/cm ² a 50,000 °C.				
t Requerida	t _{min} (Novo)	t _a	t _{b1}	t _{b3}
6,02	10,31	3,08	6,02	8,34

Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16			
Descrição da Solda	Solda Requerida Garganta (mm)	Solda Atual Garganta (mm)	Condição
Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41})	5,6000	5,6000	Tamanho é adequado
Solda de filete entre o reforço e a casca (t _{L42})	3,6500	4,2000	Tamanho é adequado
Solda de chanfro entre o bocal e o reforço (t _{w2})	5,6000	8,0000	Tamanho é adequado

UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²)								
A abertura está adequadamente reforçada.								
A Requerida	A Disponível	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄₁	A ₄₂	A ₄₃	A ₅
1612,8	1612,8	600,76	297,91	-	61,760	34,740	-	617,60

Resumo da Análise de Resistência das Soldas (kgf)						
Caminhos de Falha são mais Resistentes que as Cargas Aplicadas nas Soldas.						
Carga na Solda W	Carga na Solda W ₁₋₁	Caminho 1-1 Resistência	Carga na Solda W ₂₋₂	Caminho 2-2 Resistência	Carga na Solda W ₃₋₃	Caminho 3-3 Resistência
14805	14230	75299	7174,6	110269	16347	67653

5.4.1. Geometria do sketch corroído

5.4.1.1. Casca do vaso

Espessura (descontada a folga para conformação)	t _{shell} =	8,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão interna	C _i =	0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	C _o =	0,70000 mm
Sobre-espessura de corrosão	C = C _i + C _o =	0,70000 mm
Espessura da parede	t = t _{shell} - C =	7,3000 mm

5.4.1.2. Bocal

Raio interno.....	R _n =	151,61 mm
Espessura da parede	t _{wall} =	10,312 mm
Sobre-espessura de corrosão	C _n =	0,0000 mm
Espessura fornecida da parede	t _n = t _{wall} - C _n =	10,312 mm

5.4.1.3. Reforço

Largura	W _p =	40,000 mm
Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t _p =	8,0000 mm

5.4.1.4. Abertura

Diâmetro- UG-40	d =	303,23 mm
-----------------------	-----	-----------

5.4.2. Limites do reforço - UG-40

Limite paralelo à parede do vaso	d =	303,23 mm
Limite externo normal à parede do vaso	2,5t =	18,250 mm

5.4.3. Espessura requerida da parede

5.4.3.1. Espessura requerida da parede - UG-37(a)

Espessura requerida $t_r = 5,3188 \text{ mm}$

$$t_r = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_r = \frac{19,775 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 19,775}$$

$$\therefore t_r = 5,3188 \text{ mm}$$

5.4.3.2. Espessura requerida do bocal - UG-27(c)(1)

Espessura requerida $t_{rn} = 2,1504 \text{ mm}$

$$t_{rn} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{rn} = \frac{19,775 \times 151,61}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 19,775}$$

$$\therefore t_{rn} = 2,1504 \text{ mm}$$

5.4.4. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

5.4.4.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

5.4.4.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

Espessura da parede - UG-27(c)(1) $t_{UG27} = 3,0832 \text{ mm}$

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{19,775 \times 151,61}{1406,1 \times 0,7 - 0,6 \times 19,775}$$

$$\therefore t_{UG27} = 3,0832 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 3,0832 \text{ mm}$

5.4.4.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 3,0832 \text{ mm}$

5.4.4.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima $t_{\min} = 5,3188 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{\min} = \frac{19,775 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 19,775}$$

$$\therefore t_{\min} = 5,3188 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 6,0188 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 6,0188 \text{ mm}$

5.4.4.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo $\geq \text{NPS 12 (DN 300)}$

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 8,3400 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 8,3400 \text{ mm}$

5.4.4.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45	$t_a =$	3,0832 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b1} =$	6,0188 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b3} =$	8,3400 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_b =$ menor entre t_{b1} ou $t_{b3} =$	6,0188 mm
Espessura requerida da parede - UG-45	$t_{UG-45} =$ maior entre t_a ou $t_b =$	6,0200 mm
Espessura disponível do oESCOÇO (Novo)	$t_n = t_{wall} =$	10,310 mm
A espessura do bocal é adequada?		Sim

5.4.5. Dimensões requeridas para as soldas

5.4.5.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t_n ou $t_e =$	8,0000 mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{min} =$		5,6000 mm
Garganta da solda de filete	$t_c = 0,7t_{L41} =$	5,6000 mm
Tamanho da solda de filete é adequado?		Sim

5.4.5.2. Solda de chanfro externa: Entre o reforço e a casca

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t ou $t_e =$	7,3000 mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete	t_w (mínimo) = $0,5t_{min} =$	3,6500 mm
Garganta da solda de filete	$t_w = 0,7t_{L42} =$	4,2000 mm
Tamanho da solda de filete é adequado?		Sim

5.4.6. Fatores de redução de tensão

Tensão admissível do material do bocal	$S_n =$	1406,1 kgf/cm ²
Tensão admissível do material da casca	$S_v =$	1406,1 kgf/cm ²
Tensão admissível do material do reforço	$S_p =$	1356,9 kgf/cm ²
Fator de redução de resistência	$f_{r1} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	1,0000
Fator de redução de resistência	$f_{r2} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	1,0000
Fator de redução de resistência	$f_{r3} =$ menor entre 1.0, S_n/S_v e $S_p/S_v =$	0,96500
Fator de redução de resistência	$f_{r4} =$ menor entre 1.0 e $S_p/S_v =$	0,96500

5.4.7. E1 definido em UG-37(a)

Parte da abertura atravessa qualquer outra junta soldada?		Não
Eficiência de junta de acordo com UG-37(a)	$E_1 =$	1,0000

5.4.8. Área de reforço requerida - UG-37(c)

Área de reforço requerida	$A_r =$	1612,8 mm ²
---------------------------------	---------	------------------------

$$A = d t_r F + 2 t_n t_r F (1 - f_{r1})$$

$$A = 303,23 \times 5,3188 \times 1 + 2 \times 10,312 \times 5,3188 \times 1 \times (1 - 1)$$

$$\therefore A = 1612,8 \text{ mm}^2$$

5.4.9. Área de reforço disponível - Figura UG-37.1

5.4.9.1. Área disponível na casca - A_1

Área	$A_{11} =$	600,76 mm ²
Área	$A_{12} =$	69,789 mm ²
Área	$A_1 =$ maior entre A_{11} e $A_{12} =$	600,76 mm ²

$$A_{11} = d (E_1 t - F t_r) - 2 t_n (E_1 t - F t_r) (1 - f_{r1})$$

$$A_{11} = 303,23 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 5,3188) - 2 \times 10,312 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 5,3188) \times (1 - 1)$$

$$\therefore A_{11} = 600,76 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2(t + t_n)(E_1 t - Ft_r) - 2t_n(E_1 t - Ft_r)(1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 10,312) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 5,3188) - 2 \times 10,312 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 5,3188) \times (1 - 1)$$

$$\therefore A_{12} = 69,789 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2(t + t_n)(E_1 t - Ft_r) - 2t_n(E_1 t - Ft_r)(1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 10,312) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 5,3188) - 2 \times 10,312 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 5,3188) \times (1 - 1)$$

$$\therefore A_{12} = 69,789 \text{ mm}^2$$

5.4.9.2. Área disponível na projeção externa do bocal - A_2

Área $A_{21} = 297,91 \text{ mm}^2$

Área $A_{22} = 551,44 \text{ mm}^2$

Área $A_2 = \text{menor entre } A_{21} \text{ e } A_{22} = 297,91 \text{ mm}^2$

$$A_{21} = 5(t_n - t_m)f_{r2} t$$

$$A_{21} = 5 \times (10,312 - 2,1504) \times 1 \times 7,3$$

$$\therefore A_{21} = 297,91 \text{ mm}^2$$

$$A_{22} = 2(t_n - t_m)(2,5t_n + t_e)f_{r2}$$

$$A_{22} = 2 \times (10,312 - 2,1504) \times (2,5 \times 10,312 + 8) \times 1$$

$$\therefore A_{22} = 551,44 \text{ mm}^2$$

5.4.9.3. Área da solda - A_{41}

Área $A_{41} = 61,760 \text{ mm}^2$

$$A_{41} = (t_{L41})^2 f_{r3}$$

$$A_{41} = (8)^2 \times 0,965$$

$$\therefore A_{41} = 61,76 \text{ mm}^2$$

5.4.9.4. Área da solda - A_{42}

Área $A_{42} = 34,740 \text{ mm}^2$

$$A_{42} = (t_{L42})^2 f_{r4}$$

$$A_{42} = (6)^2 \times 0,965$$

$$\therefore A_{42} = 34,74 \text{ mm}^2$$

5.4.9.5. Área disponível no elemento de reforço - A_5

Área $A_5 = 617,60 \text{ mm}^2$

$$A_5 = (D_p - d - 2t_n)t_e f_{r4}$$

$$A_5 = (403,85 - 303,23 - 2 \times 10,312) \times 8 \times 0,965$$

$$\therefore A_5 = 617,6 \text{ mm}^2$$

5.4.9.6. Área de reforço disponível

Área disponível..... $A_a = A_1 + A_2 + A_{41} + A_{42} + A_5 = 1612,8 \text{ mm}^2$

O reforço é adequado? **Sim**

Como a área de reforço disponível, A_a , é maior ou igual do que a área de reforço requerida, A_r , a abertura está adequadamente reforçada.

5.4.10. Esforço a ser suportado pelas soldas [Figura UG-41.1 croqui (a)]

Carga total da solda..... $W = 14805 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 1-1 $W_{1-1} = 14230 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 2-2 $W_{2-2} = 7174,6 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 3-3 $W_{3-3} = 16347 \text{ kgf}$

A área da Figura UG-41.1 (a) para cálculo dos esforços de conexão nas soldas é dada por:

$$W = K_u \left[A - A_1 + 2 t_n f_{r1} \left(E_1 t - F t_r \right) \right] S_v$$

$$W = 0,01 \times [1612,8 - 600,76 + 2 \times 10,312 \times 1 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 5,3188)] \times 1406,1$$

$$\therefore W = 14805 \text{ kgf}$$

$$W_{1-1} = K_u \left(A_2 + A_5 + A_{41} + A_{42} \right) S_v$$

$$W_{1-1} = 0,01 \times (297,91 + 617,6 + 61,76 + 34,74) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{1-1} = 14230 \text{ kgf}$$

$$W_{2-2} = K_u \left(A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} + 2 t_n t f_{r1} \right) S_v$$

$$W_{2-2} = 0,01 \times (297,91 + 0 + 61,76 + 0 + 2 \times 10,312 \times 7,3 \times 1) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{2-2} = 7174,6 \text{ kgf}$$

$$W_{3-3} = K_u \left(A_2 + A_3 + A_5 + A_{41} + A_{42} + A_{43} + 2 t_n t f_{r1} \right) S_v$$

$$W_{3-3} = 0,01 \times (297,91 + 0 + 617,6 + 61,76 + 34,74 + 0 + 2 \times 10,312 \times 7,3 \times 1) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{3-3} = 16347 \text{ kgf}$$

5.4.11. Tensões unitárias [UW-15(c) e UG-45(c)]

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento..... $S_1 = 0,49 \times \text{Menor}(S_n, S_p) = 664,89 \text{ kgf/cm}^2$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento..... $S_2 = 0,49 \times \text{Menor}(S_v, S_p) = 664,89 \text{ kgf/cm}^2$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento $S_3 = 0,7 \times S_n = 984,30 \text{ kgf/cm}^2$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração..... $S_4 = 0,74 \times S_v = 1040,5 \text{ kgf/cm}^2$

(5) Solda de chanfro externa sob tração $S_5 = 0,74 \times S_p = 1004,1 \text{ kgf/cm}^2$

5.4.12. Resistência dos elementos da união

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento..... $F_1 = 27059 \text{ kgf}$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento..... $F_2 = 25307 \text{ kgf}$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento $F_3 = 49991 \text{ kgf}$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração..... $F_4 = 42346 \text{ kgf}$

(5) Solda de chanfro externa sob tração $F_5 = 40864 \text{ kgf}$

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento

$$F_1 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{L41} S_1$$

$$F_1 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 323,85 \times 8 \times 664,89$$

$$\therefore F_1 = 27059 \text{ kgf}$$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento

$$F_2 = K_u \frac{\pi}{2} OD_{pad} t_{L42} S_2$$

$$F_2 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 403,85 \times 6 \times 664,89$$

$$\therefore F_2 = 25307 \text{ kgf}$$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento

$$F_3 = K_u \frac{\pi}{2} D_m t_n S_3$$

$$F_3 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 313,54 \times 10,312 \times 984,3$$

$$\therefore F_3 = 49991 \text{ kgf}$$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração

$$F_4 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_G S_4$$

$$F_4 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 323,85 \times 8 \times 1040,5$$

$$\therefore F_4 = 42346 \text{ kgf}$$

(5) Solda de chanfro externa sob tração

$$F_5 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{UG} S_5$$

$$F_5 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 323,85 \times 8 \times 1004,1$$

$$\therefore F_5 = 40864 \text{ kgf}$$

5.4.13. Verificação da resistência dos caminhos - UG-41(b)(1)

Caminho 1-1	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	25307
(3) Parede do bocal sob cisalhamento	49991
Resistência dos elementos da união	75299
Carregamento para o Caminho 1-1: W_1 menor entre W e W_{1-1}	14230
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

Caminho 2-2	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(1) Solda de filete externa sob cisalhamento	27059
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	42346
(5) Solda de chanfro externa sob tração	40864
Resistência dos elementos da união	110269
Carregamento para o Caminho 2-2: W_2 menor entre W e W_{2-2}	7174,6
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

Caminho 3-3	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	25307
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	42346
Resistência dos elementos da união	67653
Carregamento para o Caminho 3-3: W_3 menor entre W e W_{3-3}	14805
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

5.5. Alongamento da fibra externa de acordo com UCS-79(d)

Alongamento da fibra externa	$\varepsilon =$	3,2890 %
Espessura nominal da chapa	$t =$	10,312 mm
Raio médio final.....	$R_f =$	156,77 mm
Raio médio original	$R_o =$	∞ mm

$$\varepsilon = \frac{50t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 10,312}{156,77} \times \left(1 - \frac{156,77}{\infty} \right)$$

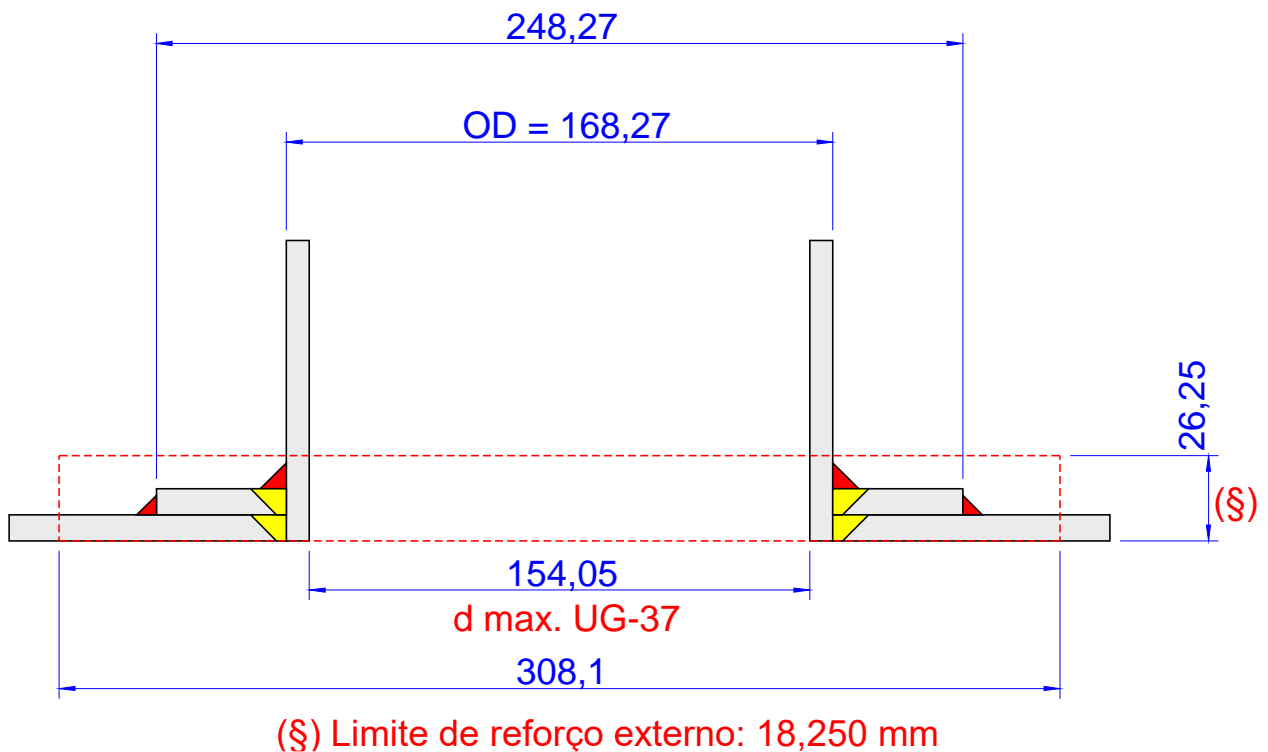
$$\therefore \varepsilon = 3,289$$

6. Bocal - N2

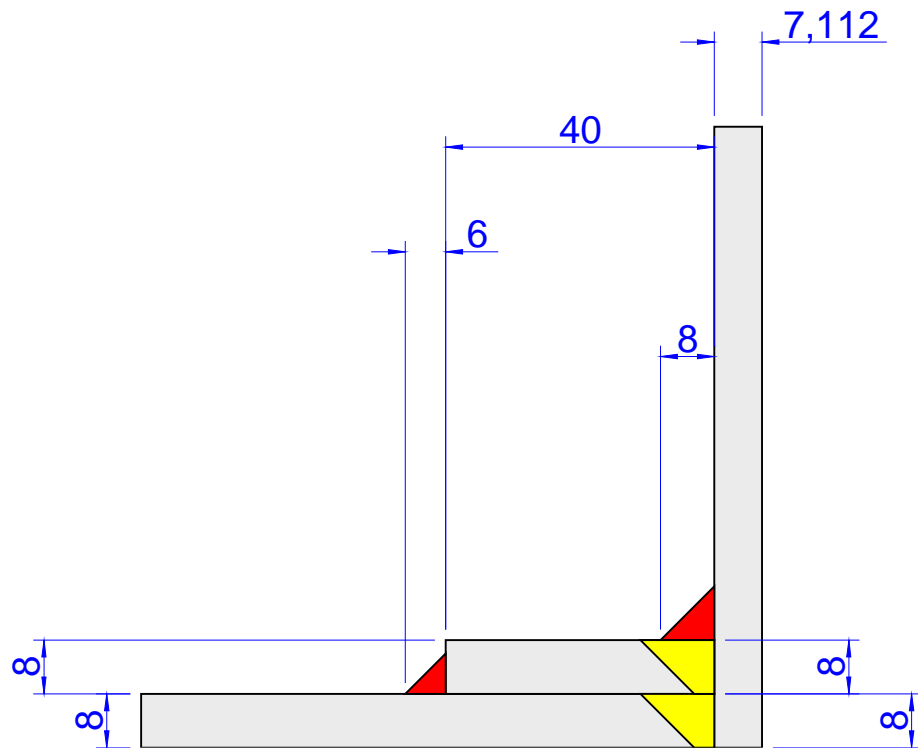
6.1. Dados gerais

Localizado em.....	Seção cilíndrica 1
Descrição do bocal	Entrada de Líquido
Descrição do tubo do bocal.....	NPS 6 (DN 150) Schedule 40 (STD)
Material do bocal	SA-53 Grau S/B
Orientação do bocal	$\theta = 0,0000^\circ$
Espessura mínima local da casca.....	$t_s = 8,0000$ mm
Projeção para fora do vaso	$L_N = 150,00$ mm
Distância da linha de centro do bocal à referência.....	$L_B = 1765,0$ mm
Distância da ponta do bocal à referência.....	$R_E = 533,00$ mm
Diâmetro externo do bocal (Novo)	$OD = 168,27$ mm
Diâmetro interno do bocal (Novo)	$ID = 154,05$ mm
Espessura nominal da parede do bocal (Novo).....	$t_{wall} = 7,1120$ mm
Sobre-espessura de corrosão do bocal	$c = 0,0000$ mm
Largura do reforço.....	$W_p = 40,000$ mm
Espessura da parede do reforço (Novo).....	$t_p = 8,0000$ mm
Material do reforço	SA-240 304

6.2. Abertura - Limites de reforço



6.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

6.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm)				
A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45.				
Para P = 23,971 kgf/cm ² a 50,000 °C.				
t Requerida	t _{min} (Novo)	t _a	t _{b1}	t _{b3}
6,22	6,22	2,23	7,16	6,22

Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16			
Descrição da Solda	Solda Requerida Garganta (mm)	Solda Atual Garganta (mm)	Condição
Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41})	4,9784	5,6000	Tamanho é adequado
Solda de filete entre o reforço e a casca (t _{L42})	3,6500	4,2000	Tamanho é adequado
Solda de chanfro entre o bocal e o reforço (t _{w2})	4,9784	8,0000	Tamanho é adequado

UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²)								
A abertura está adequadamente reforçada.								
A Requerida	A Disponível	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄₁	A ₄₂	A ₄₃	A ₅
1008,3	1008,3	127,83	173,44	-	54,720	34,740	-	617,60

Resumo da Análise de Resistência das Soldas (kgf)						
Caminhos de Falha são mais Resistentes que as Cargas Aplicadas nas Soldas.						
Carga na Solda W	Carga na Solda W ₁₋₁	Caminho 1-1 Resistência	Carga na Solda W ₂₋₂	Caminho 2-2 Resistência	Carga na Solda W ₃₋₃	Caminho 3-3 Resistência
12525	12381	30710	4456,6	55694	13629	37561

6.4.1. Geometria do sketch corroído

6.4.1.1. Casca do vaso

Espessura (descontada a folga para conformação)	t _{shell} =	8,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão interna	C _i =	0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	C _o =	0,70000 mm
Sobre-espessura de corrosão	C = C _i + C _o =	0,70000 mm
Espessura da parede	t = t _{shell} - C =	7,3000 mm

6.4.1.2. Bocal

Raio interno.....	R _n =	77,025 mm
Espessura da parede	t _{wall} =	7,1120 mm
Sobre-espessura de corrosão	C _n =	0,0000 mm
Espessura fornecida da parede	t _n = t _{wall} - C _n =	7,1120 mm

6.4.1.3. Reforço

Largura	W _p =	40,000 mm
Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t _p =	8,0000 mm

6.4.1.4. Abertura

Diâmetro- UG-40	d =	154,05 mm
-----------------------	-----	-----------

6.4.2. Limites do reforço - UG-40

Limite paralelo à parede do vaso	d =	154,05 mm
Limite externo normal à parede do vaso	2,5t =	18,250 mm

6.4.3. Espessura requerida da parede

6.4.3.1. Espessura requerida da parede - UG-37(a)

Espessura requerida $t_r = 6,4589 \text{ mm}$

$$t_r = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_r = \frac{23,971 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_r = 6,4589 \text{ mm}$$

6.4.3.2. Espessura requerida do bocal - UG-27(c)(1)

Espessura requerida $t_{rn} = 1,5544 \text{ mm}$

$$t_{rn} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{rn} = \frac{23,971 \times 77,025}{1202,2 \times 1 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_{rn} = 1,5544 \text{ mm}$$

6.4.4. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

6.4.4.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

6.4.4.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

Espessura da parede - UG-27(c)(1) $t_{UG27} = 2,2321 \text{ mm}$

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{23,971 \times 77,025}{1202,2 \times 0,7 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_{UG27} = 2,2321 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 2,2321 \text{ mm}$

6.4.4.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 2,2321 \text{ mm}$

6.4.4.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima $t_{\min} = 6,4589 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{\min} = \frac{23,971 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_{\min} = 6,4589 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 7,1589 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 7,1589 \text{ mm}$

6.4.4.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo NPS 6 (DN 150)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 6,2200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 6,2200 \text{ mm}$

6.4.4.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45	$t_a =$	2,2321 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b1} =$	7,1589 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b3} =$	6,2200 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_b =$ menor entre t_{b1} ou $t_{b3} =$	6,2200 mm
Espessura requerida da parede - UG-45	$t_{UG-45} =$ maior entre t_a ou $t_b =$	6,2200 mm
Espessura disponível do oESCOÇO (Novo)	$t_n = 0,875 \times t_{wall} =$	6,2200 mm
A espessura do bocal é adequada?		Sim

6.4.5. Dimensões requeridas para as soldas

6.4.5.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t_n ou $t_e =$	7,1120 mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{min} =$		4,9784 mm
Garganta da solda de filete	$t_c = 0,7t_{L41} =$	5,6000 mm
Tamanho da solda de filete é adequado?		Sim

6.4.5.2. Solda de chanfro externa: Entre o reforço e a casca

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t ou $t_e =$	7,3000 mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete	t_w (mínimo) = $0,5t_{min} =$	3,6500 mm
Garganta da solda de filete	$t_w = 0,7t_{L42} =$	4,2000 mm
Tamanho da solda de filete é adequado?		Sim

6.4.6. Fatores de redução de tensão

Tensão admissível do material do bocal	$S_n =$	1202,2 kgf/cm ²
Tensão admissível do material da casca	$S_v =$	1406,1 kgf/cm ²
Tensão admissível do material do reforço	$S_p =$	1356,9 kgf/cm ²
Fator de redução de resistência	$f_{r1} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	0,85500
Fator de redução de resistência	$f_{r2} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	0,85500
Fator de redução de resistência	$f_{r3} =$ menor entre 1.0, S_n/S_v e $S_p/S_v =$	0,85500
Fator de redução de resistência	$f_{r4} =$ menor entre 1.0 e $S_p/S_v =$	0,96500

6.4.7. E1 definido em UG-37(a)

Parte da abertura atravessa qualquer outra junta soldada?		Não
Eficiência de junta de acordo com UG-37(a)	$E_1 =$	1,0000

6.4.8. Área de reforço requerida - UG-37(c)

Área de reforço requerida	$A_r =$	1008,3 mm ²
---------------------------------	---------	------------------------

$$A = d t_r F + 2 t_n t_r F (1 - f_{r1})$$

$$A = 154,05 \times 6,4589 \times 1 + 2 \times 7,112 \times 6,4589 \times 1 \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A = 1008,3 \text{ mm}^2$$

6.4.9. Área de reforço disponível - Figura UG-37.1

6.4.9.1. Área disponível na casca - A_1

Área	$A_{11} =$	127,83 mm ²
Área	$A_{12} =$	22,508 mm ²
Área	$A_1 =$ maior entre A_{11} e $A_{12} =$	127,83 mm ²

$$A_{11} = d (E_1 t - F t_r) - 2 t_n (E_1 t - F t_r) (1 - f_{r1})$$

$$A_{11} = 154,05 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{11} = 127,83 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2(t + t_n)(E_1 t - Ft_r) - 2t_n(E_1 t - Ft_r)(1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 7,112) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 22,508 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2(t + t_n)(E_1 t - Ft_r) - 2t_n(E_1 t - Ft_r)(1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 7,112) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 22,508 \text{ mm}^2$$

6.4.9.2. Área disponível na projeção externa do bocal - A₂

Área A₂₁ = 173,44 mm²

Área A₂₂ = 245,00 mm²

Área A₂ = menor entre A₂₁ e A₂₂ = 173,44 mm²

$$A_{21} = 5(t_n - t_m) f_{r2} t$$

$$A_{21} = 5 \times (7,112 - 1,5544) \times 0,855 \times 7,3$$

$$\therefore A_{21} = 173,44 \text{ mm}^2$$

$$A_{22} = 2(t_n - t_m)(2,5 t_n + t_e) f_{r2}$$

$$A_{22} = 2 \times (7,112 - 1,5544) \times (2,5 \times 7,112 + 8) \times 0,855$$

$$\therefore A_{22} = 245 \text{ mm}^2$$

6.4.9.3. Área da solda - A₄₁

Área A₄₁ = 54,720 mm²

$$A_{41} = (t_{L41})^2 f_{r3}$$

$$A_{41} = (8)^2 \times 0,855$$

$$\therefore A_{41} = 54,72 \text{ mm}^2$$

6.4.9.4. Área da solda - A₄₂

Área A₄₂ = 34,740 mm²

$$A_{42} = (t_{L42})^2 f_{r4}$$

$$A_{42} = (6)^2 \times 0,965$$

$$\therefore A_{42} = 34,74 \text{ mm}^2$$

6.4.9.5. Área disponível no elemento de reforço - A₅

Área A₅ = 617,60 mm²

$$A_5 = (D_p - d - 2 t_n) t_e f_{r4}$$

$$A_5 = (248,27 - 154,05 - 2 \times 7,112) \times 8 \times 0,965$$

$$\therefore A_5 = 617,6 \text{ mm}^2$$

6.4.9.6. Área de reforço disponível

Área disponível..... $A_a = A_1 + A_2 + A_{41} + A_{42} + A_5 = 1008,3 \text{ mm}^2$

O reforço é adequado? **Sim**

Como a área de reforço disponível, A_a , é maior ou igual do que a área de reforço requerida, A_r , a abertura está adequadamente reforçada.

6.4.10. Esforço a ser suportado pelas soldas [Figura UG-41.1 croqui (a)]

Carga total da solda..... $W = 12525 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 1-1 $W_{1-1} = 12381 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 2-2 $W_{2-2} = 4456,6 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 3-3 $W_{3-3} = 13629 \text{ kgf}$

A área da Figura UG-41.1 (a) para cálculo dos esforços de conexão nas soldas é dada por:

$$W = K_u \left[A - A_1 + 2 t_n f_{r1} \left(E_1 t - F t_r \right) \right] S_v$$

$$W = 0,01 \times [1008,3 - 127,83 + 2 \times 7,112 \times 0,855 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589)] \times 1406,1$$

$$\therefore W = 12525 \text{ kgf}$$

$$W_{1-1} = K_u \left(A_2 + A_5 + A_{41} + A_{42} \right) S_v$$

$$W_{1-1} = 0,01 \times (173,44 + 617,6 + 54,72 + 34,74) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{1-1} = 12381 \text{ kgf}$$

$$W_{2-2} = K_u \left(A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} + 2 t_n t f_{r1} \right) S_v$$

$$W_{2-2} = 0,01 \times (173,44 + 0 + 54,72 + 0 + 2 \times 7,112 \times 7,3 \times 0,855) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{2-2} = 4456,6 \text{ kgf}$$

$$W_{3-3} = K_u \left(A_2 + A_3 + A_5 + A_{41} + A_{42} + A_{43} + 2 t_n t f_{r1} \right) S_v$$

$$W_{3-3} = 0,01 \times (173,44 + 0 + 617,6 + 54,72 + 34,74 + 0 + 2 \times 7,112 \times 7,3 \times 0,855) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{3-3} = 13629 \text{ kgf}$$

6.4.11. Tensões unitárias [UW-15(c) e UG-45(c)]

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento..... $S_1 = 0,49 \times \text{Menor}(S_n, S_p) = 589,10 \text{ kgf/cm}^2$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento..... $S_2 = 0,49 \times \text{Menor}(S_v, S_p) = 664,89 \text{ kgf/cm}^2$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento $S_3 = 0,7 \times S_n = 841,57 \text{ kgf/cm}^2$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração..... $S_4 = 0,74 \times S_v = 1040,5 \text{ kgf/cm}^2$

(5) Solda de chanfro externa sob tração $S_5 = 0,74 \times S_p = 1004,1 \text{ kgf/cm}^2$

6.4.12. Resistência dos elementos da união

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento..... $F_1 = 12457 \text{ kgf}$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento..... $F_2 = 15558 \text{ kgf}$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento $F_3 = 15152 \text{ kgf}$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração..... $F_4 = 22003 \text{ kgf}$

(5) Solda de chanfro externa sob tração $F_5 = 21233 \text{ kgf}$

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento

$$F_1 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{L41} S_1$$

$$F_1 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 589,1$$

$$\therefore F_1 = 12457 \text{ kgf}$$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento

$$F_2 = K_u \frac{\pi}{2} OD_{\text{pad}} t_{L42} S_2$$

$$F_2 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 248,27 \times 6 \times 664,89$$

$$\therefore F_2 = 15558 \text{ kgf}$$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento

$$F_3 = K_u \frac{\pi}{2} D_m t_n S_3$$

$$F_3 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 161,16 \times 7,112 \times 841,57$$

$$\therefore F_3 = 15152 \text{ kgf}$$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração

$$F_4 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_G S_4$$

$$F_4 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 1040,5$$

$$\therefore F_4 = 22003 \text{ kgf}$$

(5) Solda de chanfro externa sob tração

$$F_5 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{UG} S_5$$

$$F_5 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 1004,1$$

$$\therefore F_5 = 21233 \text{ kgf}$$

6.4.13. Verificação da resistência dos caminhos - UG-41(b)(1)

Caminho 1-1	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	15558
(3) Parede do bocal sob cisalhamento	15152
Resistência dos elementos da união	30710
Carregamento para o Caminho 1-1: W_1 menor entre W e W_{1-1}	12381
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

Caminho 2-2	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(1) Solda de filete externa sob cisalhamento	12457
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	22003
(5) Solda de chanfro externa sob tração	21233
Resistência dos elementos da união	55694
Carregamento para o Caminho 2-2: W_2 menor entre W e W_{2-2}	4456,6
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

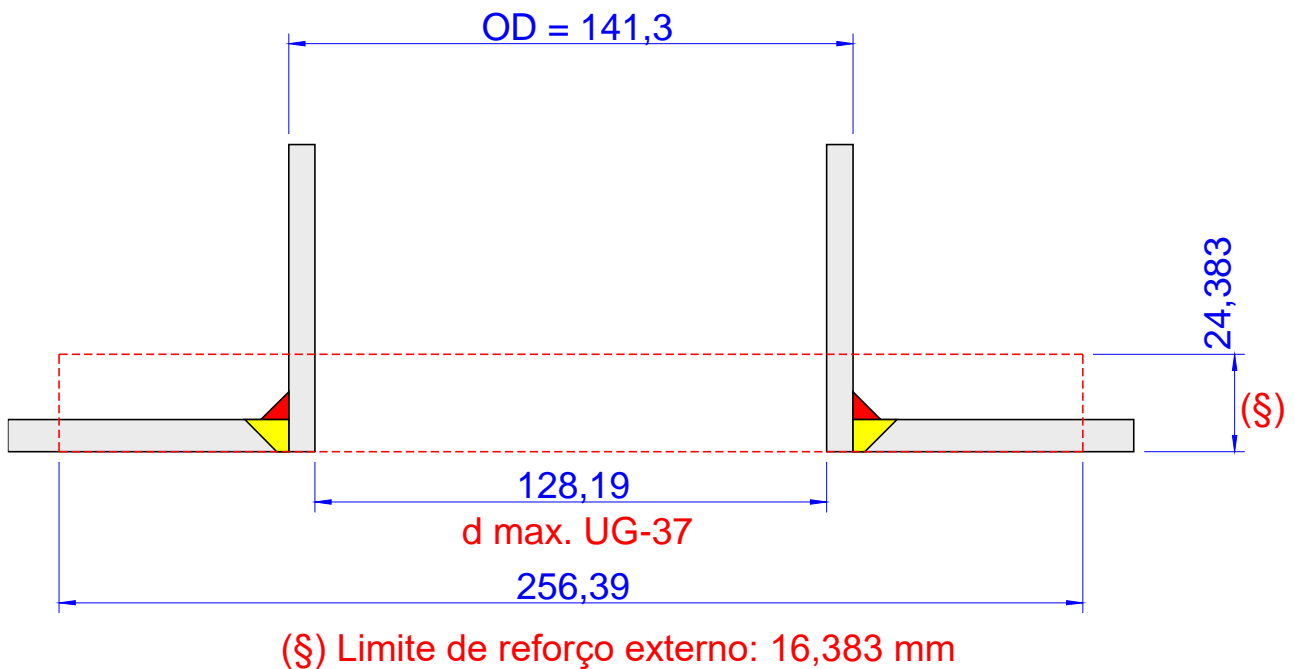
Caminho 3-3	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	15558
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	22003
Resistência dos elementos da união	37561
Carregamento para o Caminho 3-3: W_3 menor entre W e W_{3-3}	12525
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

7. Bocal - N3

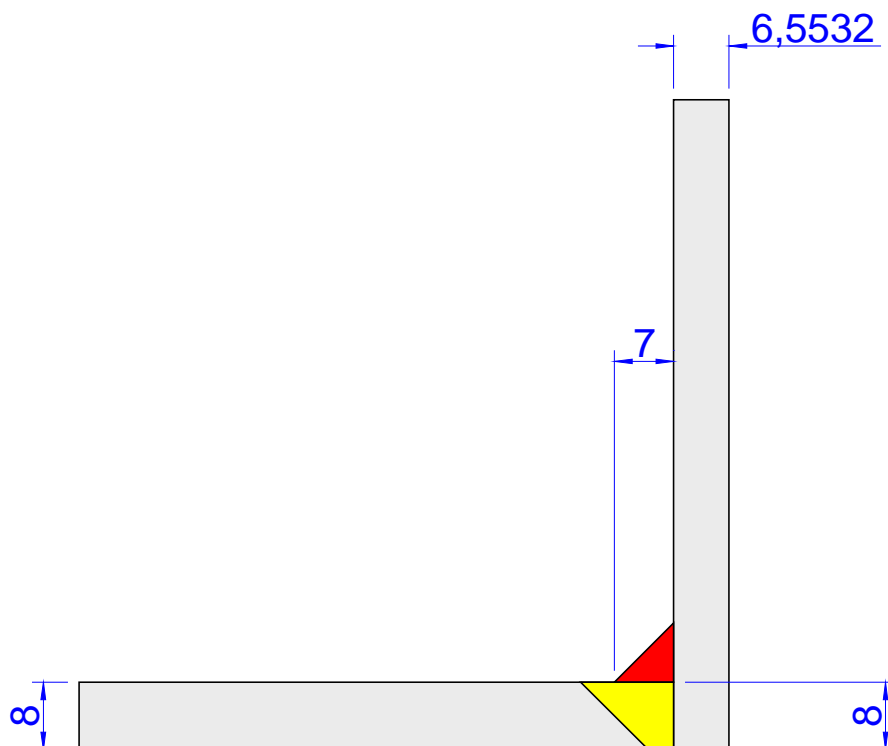
7.1. Dados gerais

Localizado em.....	Seção cilíndrica 1
Descrição do bocal	Entrada de Líquido
Descrição do tubo do bocal.....	NPS 5 (DN 125) Schedule 40 (STD)
Material do bocal	SA-53 Grau S/B
Orientação do bocal	$\theta = 0,0000^\circ$
Espessura mínima local da casca.....	$t_s = 8,0000$ mm
Projeção para fora do vaso	$L_N = 150,00$ mm
Distância da linha de centro do bocal à referência.....	$L_B = 1000,0$ mm
Distância da ponta do bocal à referência.....	$R_E = 533,00$ mm
Diâmetro externo do bocal (Novo)	OD = 141,30 mm
Diâmetro interno do bocal (Novo)	ID = 128,19 mm
Espessura nominal da parede do bocal (Novo).....	$t_{wall} = 6,5532$ mm
Sobre-espessura de corrosão do bocal	$c = 0,0000$ mm

7.2. Abertura - Limites de reforço



7.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

7.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm)				
A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45.				
Para P = 16,308 kgf/cm ² a 50,000 °C.				
t Requerida	t _{min} (Novo)	t _a	t _{b1}	t _{b3}
5,08	5,73	1,26	5,08	5,73

Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16			
Descrição da Solda	Solda Requerida Garganta (mm)	Solda Atual Garganta (mm)	Condição
Solda de filete entre o bocal e a casca (t ₄₁)	4,5872	4,9000	Tamanho é adequado

UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²)								
A abertura está adequadamente reforçada.								
A Requerida	A Disponível	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄₁	A ₄₂	A ₄₃	A ₅
569,76	569,76	368,83	159,03	-	41,895	-	-	-

Resumo da Análise de Resistência das Soldas
Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1).

7.4.1. Geometria do sketch corroído

7.4.1.1. Casca do vaso

Espessura (descontada a folga para conformação)	t _{shell} =	8,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão interna	C _i =	0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	C _o =	0,70000 mm
Sobre-espessura de corrosão	C = C _i + C _o =	0,70000 mm
Espessura da parede	t = t _{shell} - C =	7,3000 mm

7.4.1.2. Bocal

Raio interno.....	R _n =	64,097 mm
Espessura da parede	t _{wall} =	6,5532 mm
Sobre-espessura de corrosão	C _n =	0,0000 mm
Espessura fornecida da parede	t _n = t _{wall} - C _n =	6,5532 mm

7.4.1.3. Abertura

Diâmetro- UG-40	d =	128,19 mm
-----------------------	-----	-----------

7.4.2. Limites do reforço - UG-40

Limite paralelo à parede do vaso	d =	128,19 mm
Limite externo normal à parede do vaso	2,5t _n =	16,383 mm

7.4.3. Espessura requerida da parede

7.4.3.1. Espessura requerida da parede - UG-37(a)

Espessura requerida.....	t _r =	4,3796 mm
--------------------------	------------------	-----------

$$t_r = \frac{PR}{SE - 0,6P}$$

$$t_r = \frac{16,308 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 16,308}$$

$$\therefore t_r = 4,3796 \text{ mm}$$

7.4.3.2. Espessura requerida do bocal - UG-27(c)(1)

Espessura requerida $t_{rn} = 0,87657 \text{ mm}$

$$t_{rn} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{rn} = \frac{16,308 \times 64,097}{1202,2 \times 1 - 0,6 \times 16,308}$$

$$\therefore t_{rn} = 0,87657 \text{ mm}$$

7.4.4. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

7.4.4.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

7.4.4.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

Espessura da parede - UG-27(c)(1) $t_{UG27} = 1,2567 \text{ mm}$

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{16,308 \times 64,097}{1202,2 \times 0,7 - 0,6 \times 16,308}$$

$$\therefore t_{UG27} = 1,2567 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal $t_{min} = t_{UG27} + C_n = 1,2567 \text{ mm}$

7.4.4.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 1,2567 \text{ mm}$

7.4.4.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima $t_{min} = 4,3796 \text{ mm}$

$$t_{min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{min} = \frac{16,308 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 16,308}$$

$$\therefore t_{min} = 4,3796 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{min} + C = 5,0796 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 5,0796 \text{ mm}$

7.4.4.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo NPS 5 (DN 125)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{wmin} = 5,7300 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{wmin} + C_n = 5,7300 \text{ mm}$

7.4.4.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 1,2567 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 5,0796 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 5,7300 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 5,0796 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 5,0800 \text{ mm}$

Espessura disponível do oESCOÇO (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 5,7300 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

7.4.5. Dimensões requeridas para as soldas

7.4.5.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16	$t_{\min} =$ menor de 19 mm ou t_n ou $t =$	6,5532 mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) =	menor de 6 mm ou $0,7t_{\min} =$	4,5872 mm
Garganta da solda de filete	$t_c = 0,7t_{L41} =$	4,9000 mm
Tamanho da solda de filete é adequado?		Sim

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

7.4.6. Fatores de redução de tensão

Tensão admissível do material do bocal	$S_n =$	1202,2 kgf/cm ²
Tensão admissível do material da casca	$S_v =$	1406,1 kgf/cm ²
Fator de redução de resistência	$f_{r1} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	0,85500
Fator de redução de resistência	$f_{r2} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	0,85500

7.4.7. E1 definido em UG-37(a)

Parte da abertura atravessa qualquer outra junta soldada?		Não
Eficiência de junta de acordo com UG-37(a)	$E_1 =$	1,0000

7.4.8. Área de reforço requerida - UG-37(c)

Área de reforço requerida	$A_r =$	569,76 mm ²
---------------------------------	---------	------------------------

$$A = d t_r F + 2 t_n t_r F (1 - f_{r1})$$

$$A = 128,19 \times 4,3796 \times 1 + 2 \times 6,5532 \times 4,3796 \times 1 \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A = 569,76 \text{ mm}^2$$

7.4.9. Área de reforço disponível - Figura UG-37.1

7.4.9.1. Área disponível na casca - A_1

Área	$A_{11} =$	368,83 mm ²
Área	$A_{12} =$	75,365 mm ²
Área	$A_1 =$ maior entre A_{11} e $A_{12} =$	368,83 mm ²

$$A_{11} = d (E_1 t - F t_r) - 2 t_n (E_1 t - F t_r) (1 - f_{r1})$$

$$A_{11} = 128,19 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 4,3796) - 2 \times 6,5532 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 4,3796) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{11} = 368,83 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2 (t + t_n) (E_1 t - F t_r) - 2 t_n (E_1 t - F t_r) (1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 6,5532) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 4,3796) - 2 \times 6,5532 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 4,3796) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 75,365 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2 (t + t_n) (E_1 t - F t_r) - 2 t_n (E_1 t - F t_r) (1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 6,5532) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 4,3796) - 2 \times 6,5532 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 4,3796) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 75,365 \text{ mm}^2$$

7.4.9.2. Área disponível na projeção externa do bocal - A_2

Área	$A_{21} =$	177,15 mm ²
Área	$A_{22} =$	159,03 mm ²
Área	$A_2 =$ menor entre A_{21} e $A_{22} =$	159,03 mm ²

$$A_{21} = 5 \left(t_n - t_{rn} \right) f_{r2} t$$

$$A_{21} = 5 \times (6,5532 - 0,87657) \times 0,855 \times 7,3$$

$$\therefore A_{21} = 177,15 \text{ mm}^2$$

$$A_{22} = 5 \left(t_n - t_{rn} \right) f_{r2} t_n$$

$$A_{22} = 5 \times (6,5532 - 0,87657) \times 0,855 \times 6,5532$$

$$\therefore A_{22} = 159,03 \text{ mm}^2$$

7.4.9.3. Área da solda - A_{41}

Área	$A_{41} =$	41,895 mm ²
------------	------------	------------------------

$$A_{41} = \left(t_{L41} \right)^2 f_{r3}$$

$$A_{41} = (7)^2 \times 0,855$$

$$\therefore A_{41} = 41,895 \text{ mm}^2$$

7.4.9.4. Área de reforço disponível

Área disponível	$A_a = A_1 + A_2 + A_{41} =$	569,76 mm ²
-----------------------	------------------------------	------------------------

O reforço é adequado? **Sim**

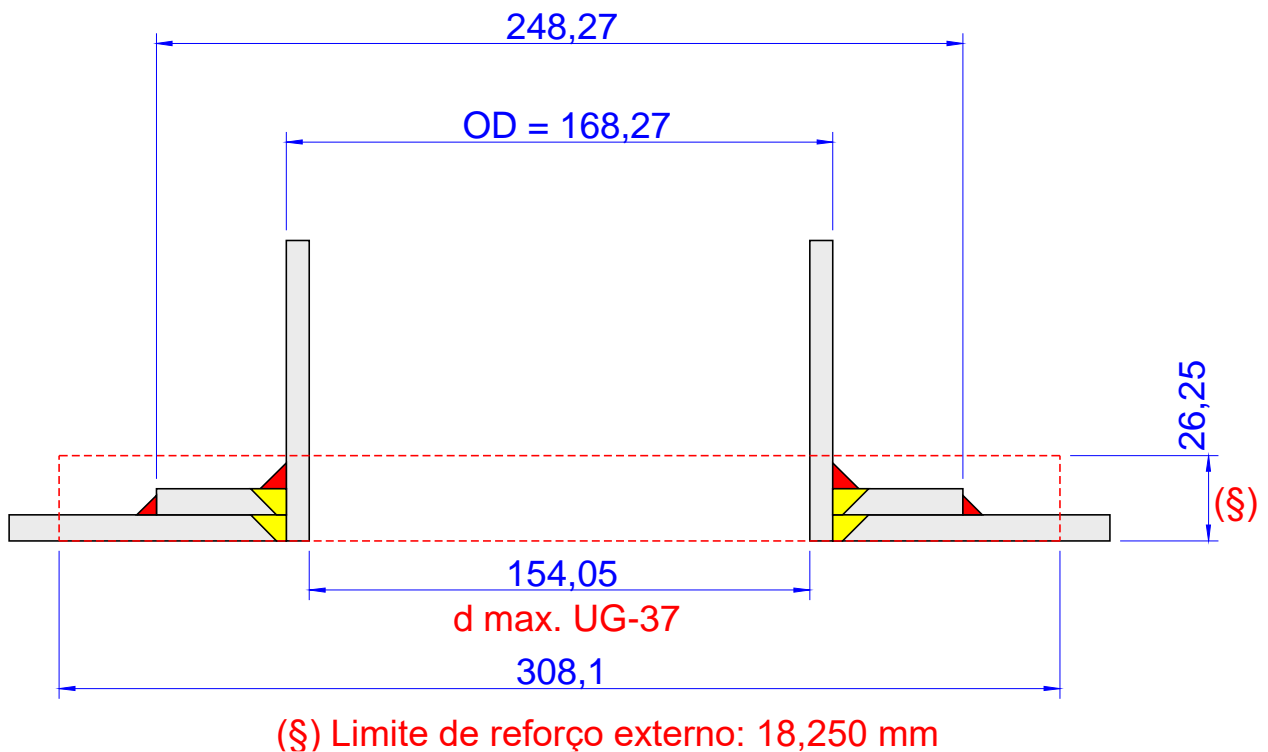
Como a área de reforço disponível, A_a , é maior ou igual do que a área de reforço requerida, A_r , a abertura está adequadamente reforçada.

8. Bocal - N4

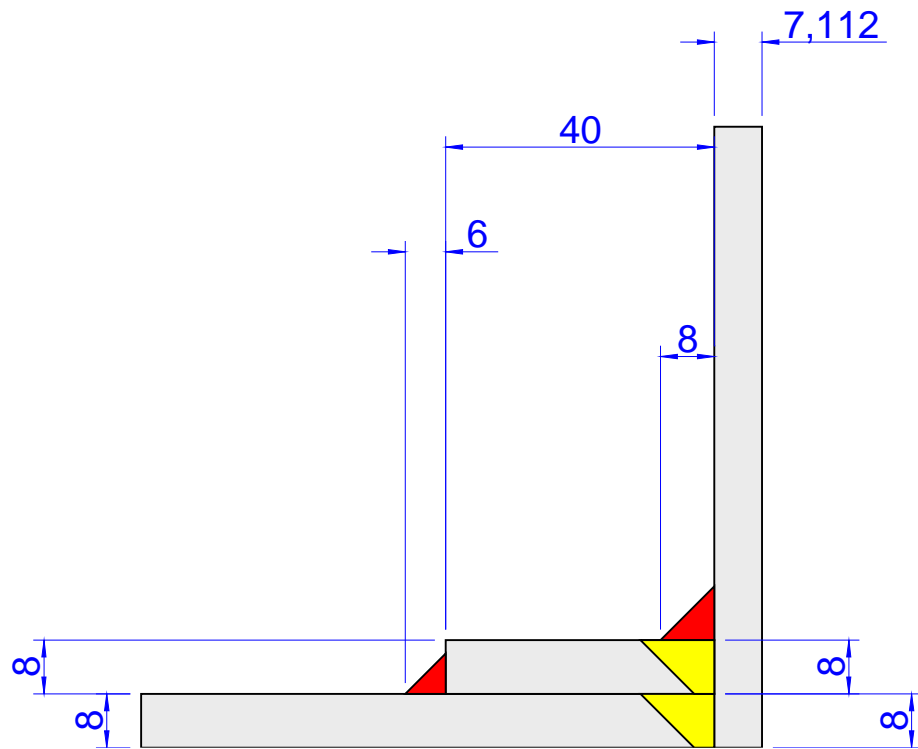
8.1. Dados gerais

Localizado em.....	Seção cilíndrica 1
Descrição do bocal	Retorno Termosifão
Descrição do tubo do bocal.....	NPS 6 (DN 150) Schedule 40 (STD)
Material do bocal	SA-53 Grau S/B
Orientação do bocal	$\theta = 0,0000^\circ$
Espessura mínima local da casca.....	$t_s = 8,0000$ mm
Projeção para fora do vaso	$L_N = 150,00$ mm
Distância da linha de centro do bocal à referência.....	$L_B = 235,00$ mm
Distância da ponta do bocal à referência.....	$R_E = 533,00$ mm
Diâmetro externo do bocal (Novo)	$OD = 168,27$ mm
Diâmetro interno do bocal (Novo)	$ID = 154,05$ mm
Espessura nominal da parede do bocal (Novo).....	$t_{wall} = 7,1120$ mm
Sobre-espessura de corrosão do bocal	$c = 0,0000$ mm
Largura do reforço.....	$W_p = 40,000$ mm
Espessura da parede do reforço (Novo).....	$t_p = 8,0000$ mm
Material do reforço	SA-240 304

8.2. Abertura - Limites de reforço



8.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

8.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm)				
A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45.				
Para P = 23,971 kgf/cm ² a 50,000 °C.				
t Requerida	t _{min} (Novo)	t _a	t _{b1}	t _{b3}
6,22	6,22	2,23	7,16	6,22

Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16			
Descrição da Solda	Solda Requerida Garganta (mm)	Solda Atual Garganta (mm)	Condição
Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41})	4,9784	5,6000	Tamanho é adequado
Solda de filete entre o reforço e a casca (t _{L42})	3,6500	4,2000	Tamanho é adequado
Solda de chanfro entre o bocal e o reforço (t _{w2})	4,9784	8,0000	Tamanho é adequado

UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²)								
A abertura está adequadamente reforçada.								
A Requerida	A Disponível	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄₁	A ₄₂	A ₄₃	A ₅
1008,3	1008,3	127,83	173,44	-	54,720	34,740	-	617,60

Resumo da Análise de Resistência das Soldas (kgf)						
Caminhos de Falha são mais Resistentes que as Cargas Aplicadas nas Soldas.						
Carga na Solda W	Carga na Solda W ₁₋₁	Caminho 1-1 Resistência	Carga na Solda W ₂₋₂	Caminho 2-2 Resistência	Carga na Solda W ₃₋₃	Caminho 3-3 Resistência
12525	12381	30710	4456,6	55694	13629	37561

8.4.1. Geometria do sketch corroído

8.4.1.1. Casca do vaso

Espessura (descontada a folga para conformação)	t _{shell} =	8,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão interna	C _i =	0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	C _o =	0,70000 mm
Sobre-espessura de corrosão	C = C _i + C _o =	0,70000 mm
Espessura da parede	t = t _{shell} - C =	7,3000 mm

8.4.1.2. Bocal

Raio interno.....	R _n =	77,025 mm
Espessura da parede	t _{wall} =	7,1120 mm
Sobre-espessura de corrosão	C _n =	0,0000 mm
Espessura fornecida da parede	t _n = t _{wall} - C _n =	7,1120 mm

8.4.1.3. Reforço

Largura	W _p =	40,000 mm
Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t _p =	8,0000 mm

8.4.1.4. Abertura

Diâmetro- UG-40	d =	154,05 mm
-----------------------	-----	-----------

8.4.2. Limites do reforço - UG-40

Limite paralelo à parede do vaso	d =	154,05 mm
Limite externo normal à parede do vaso	2,5t =	18,250 mm

8.4.3. Espessura requerida da parede

8.4.3.1. Espessura requerida da parede - UG-37(a)

Espessura requerida $t_r = 6,4589 \text{ mm}$

$$t_r = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_r = \frac{23,971 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_r = 6,4589 \text{ mm}$$

8.4.3.2. Espessura requerida do bocal - UG-27(c)(1)

Espessura requerida $t_{rn} = 1,5544 \text{ mm}$

$$t_{rn} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{rn} = \frac{23,971 \times 77,025}{1202,2 \times 1 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_{rn} = 1,5544 \text{ mm}$$

8.4.4. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

8.4.4.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

8.4.4.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

Espessura da parede - UG-27(c)(1) $t_{UG27} = 2,2321 \text{ mm}$

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{23,971 \times 77,025}{1202,2 \times 0,7 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_{UG27} = 2,2321 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 2,2321 \text{ mm}$

8.4.4.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 2,2321 \text{ mm}$

8.4.4.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima $t_{\min} = 6,4589 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{\min} = \frac{23,971 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 23,971}$$

$$\therefore t_{\min} = 6,4589 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 7,1589 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 7,1589 \text{ mm}$

8.4.4.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo NPS 6 (DN 150)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 6,2200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 6,2200 \text{ mm}$

8.4.4.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45	$t_a =$	2,2321 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b1} =$	7,1589 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b3} =$	6,2200 mm
Espessura da parede - UG-45	$t_b =$ menor entre t_{b1} ou $t_{b3} =$	6,2200 mm
Espessura requerida da parede - UG-45	$t_{UG-45} =$ maior entre t_a ou $t_b =$	6,2200 mm
Espessura disponível do oESCOÇO (Novo)	$t_n = 0,875 \times t_{wall} =$	6,2200 mm
A espessura do bocal é adequada?		Sim

8.4.5. Dimensões requeridas para as soldas

8.4.5.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t_n ou $t_e =$	7,1120 mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{min} =$		4,9784 mm
Garganta da solda de filete	$t_c = 0,7t_{L41} =$	5,6000 mm
Tamanho da solda de filete é adequado?		Sim

8.4.5.2. Solda de chanfro externa: Entre o reforço e a casca

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t ou $t_e =$	7,3000 mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete	t_w (mínimo) = $0,5t_{min} =$	3,6500 mm
Garganta da solda de filete	$t_w = 0,7t_{L42} =$	4,2000 mm
Tamanho da solda de filete é adequado?		Sim

8.4.6. Fatores de redução de tensão

Tensão admissível do material do bocal	$S_n =$	1202,2 kgf/cm ²
Tensão admissível do material da casca	$S_v =$	1406,1 kgf/cm ²
Tensão admissível do material do reforço	$S_p =$	1356,9 kgf/cm ²
Fator de redução de resistência	$f_{r1} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	0,85500
Fator de redução de resistência	$f_{r2} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v =$	0,85500
Fator de redução de resistência	$f_{r3} =$ menor entre 1.0, S_n/S_v e $S_p/S_v =$	0,85500
Fator de redução de resistência	$f_{r4} =$ menor entre 1.0 e $S_p/S_v =$	0,96500

8.4.7. E1 definido em UG-37(a)

Parte da abertura atravessa qualquer outra junta soldada?		Não
Eficiência de junta de acordo com UG-37(a)	$E_1 =$	1,0000

8.4.8. Área de reforço requerida - UG-37(c)

Área de reforço requerida	$A_r =$	1008,3 mm ²
---------------------------------	---------	------------------------

$$A = d t_r F + 2 t_n t_r F (1 - f_{r1})$$

$$A = 154,05 \times 6,4589 \times 1 + 2 \times 7,112 \times 6,4589 \times 1 \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A = 1008,3 \text{ mm}^2$$

8.4.9. Área de reforço disponível - Figura UG-37.1

8.4.9.1. Área disponível na casca - A_1

Área	$A_{11} =$	127,83 mm ²
Área	$A_{12} =$	22,508 mm ²
Área	$A_1 =$ maior entre A_{11} e $A_{12} =$	127,83 mm ²

$$A_{11} = d (E_1 t - F t_r) - 2 t_n (E_1 t - F t_r) (1 - f_{r1})$$

$$A_{11} = 154,05 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{11} = 127,83 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2(t + t_n)(E_1 t - Ft_r) - 2t_n(E_1 t - Ft_r)(1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 7,112) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 22,508 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2(t + t_n)(E_1 t - Ft_r) - 2t_n(E_1 t - Ft_r)(1 - f_{r1})$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 7,112) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 22,508 \text{ mm}^2$$

8.4.9.2. Área disponível na projeção externa do bocal - A₂

Área A₂₁ = 173,44 mm²

Área A₂₂ = 245,00 mm²

Área A₂ = menor entre A₂₁ e A₂₂ = 173,44 mm²

$$A_{21} = 5(t_n - t_m) f_{r2} t$$

$$A_{21} = 5 \times (7,112 - 1,5544) \times 0,855 \times 7,3$$

$$\therefore A_{21} = 173,44 \text{ mm}^2$$

$$A_{22} = 2(t_n - t_m)(2,5 t_n + t_e) f_{r2}$$

$$A_{22} = 2 \times (7,112 - 1,5544) \times (2,5 \times 7,112 + 8) \times 0,855$$

$$\therefore A_{22} = 245 \text{ mm}^2$$

8.4.9.3. Área da solda - A₄₁

Área A₄₁ = 54,720 mm²

$$A_{41} = (t_{L41})^2 f_{r3}$$

$$A_{41} = (8)^2 \times 0,855$$

$$\therefore A_{41} = 54,72 \text{ mm}^2$$

8.4.9.4. Área da solda - A₄₂

Área A₄₂ = 34,740 mm²

$$A_{42} = (t_{L42})^2 f_{r4}$$

$$A_{42} = (6)^2 \times 0,965$$

$$\therefore A_{42} = 34,74 \text{ mm}^2$$

8.4.9.5. Área disponível no elemento de reforço - A₅

Área A₅ = 617,60 mm²

$$A_5 = (D_p - d - 2 t_n) t_e f_{r4}$$

$$A_5 = (248,27 - 154,05 - 2 \times 7,112) \times 8 \times 0,965$$

$$\therefore A_5 = 617,6 \text{ mm}^2$$

8.4.9.6. Área de reforço disponível

Área disponível..... $A_a = A_1 + A_2 + A_{41} + A_{42} + A_5 = 1008,3 \text{ mm}^2$

O reforço é adequado? **Sim**

Como a área de reforço disponível, A_a , é maior ou igual do que a área de reforço requerida, A_r , a abertura está adequadamente reforçada.

8.4.10. Esforço a ser suportado pelas soldas [Figura UG-41.1 croqui (a)]

Carga total da solda..... $W = 12525 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 1-1 $W_{1-1} = 12381 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 2-2 $W_{2-2} = 4456,6 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 3-3 $W_{3-3} = 13629 \text{ kgf}$

A área da Figura UG-41.1 (a) para cálculo dos esforços de conexão nas soldas é dada por:

$$W = K_u \left[A - A_1 + 2 t_n f_{r1} \left(E_1 t - F t_r \right) \right] S_v$$

$$W = 0,01 \times [1008,3 - 127,83 + 2 \times 7,112 \times 0,855 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 6,4589)] \times 1406,1$$

$$\therefore W = 12525 \text{ kgf}$$

$$W_{1-1} = K_u \left(A_2 + A_5 + A_{41} + A_{42} \right) S_v$$

$$W_{1-1} = 0,01 \times (173,44 + 617,6 + 54,72 + 34,74) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{1-1} = 12381 \text{ kgf}$$

$$W_{2-2} = K_u \left(A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} + 2 t_n t f_{r1} \right) S_v$$

$$W_{2-2} = 0,01 \times (173,44 + 0 + 54,72 + 0 + 2 \times 7,112 \times 7,3 \times 0,855) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{2-2} = 4456,6 \text{ kgf}$$

$$W_{3-3} = K_u \left(A_2 + A_3 + A_5 + A_{41} + A_{42} + A_{43} + 2 t_n t f_{r1} \right) S_v$$

$$W_{3-3} = 0,01 \times (173,44 + 0 + 617,6 + 54,72 + 34,74 + 0 + 2 \times 7,112 \times 7,3 \times 0,855) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{3-3} = 13629 \text{ kgf}$$

8.4.11. Tensões unitárias [UW-15(c) e UG-45(c)]

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento..... $S_1 = 0,49 \times \text{Menor}(S_n, S_p) = 589,10 \text{ kgf/cm}^2$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento..... $S_2 = 0,49 \times \text{Menor}(S_v, S_p) = 664,89 \text{ kgf/cm}^2$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento $S_3 = 0,7 \times S_n = 841,57 \text{ kgf/cm}^2$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração..... $S_4 = 0,74 \times S_v = 1040,5 \text{ kgf/cm}^2$

(5) Solda de chanfro externa sob tração $S_5 = 0,74 \times S_p = 1004,1 \text{ kgf/cm}^2$

8.4.12. Resistência dos elementos da união

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento..... $F_1 = 12457 \text{ kgf}$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento..... $F_2 = 15558 \text{ kgf}$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento $F_3 = 15152 \text{ kgf}$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração..... $F_4 = 22003 \text{ kgf}$

(5) Solda de chanfro externa sob tração $F_5 = 21233 \text{ kgf}$

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento

$$F_1 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{L41} S_1$$

$$F_1 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 589,1$$

$$\therefore F_1 = 12457 \text{ kgf}$$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento

$$F_2 = K_u \frac{\pi}{2} OD_{\text{pad}} t_{L42} S_2$$

$$F_2 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 248,27 \times 6 \times 664,89$$

$$\therefore F_2 = 15558 \text{ kgf}$$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento

$$F_3 = K_u \frac{\pi}{2} D_m t_n S_3$$

$$F_3 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 161,16 \times 7,112 \times 841,57$$

$$\therefore F_3 = 15152 \text{ kgf}$$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração

$$F_4 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_G S_4$$

$$F_4 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 1040,5$$

$$\therefore F_4 = 22003 \text{ kgf}$$

(5) Solda de chanfro externa sob tração

$$F_5 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{UG} S_5$$

$$F_5 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 1004,1$$

$$\therefore F_5 = 21233 \text{ kgf}$$

8.4.13. Verificação da resistência dos caminhos - UG-41(b)(1)

Caminho 1-1	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	15558
(3) Parede do bocal sob cisalhamento	15152
Resistência dos elementos da união	30710
Carregamento para o Caminho 1-1: W_1 menor entre W e W_{1-1}	12381
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

Caminho 2-2	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(1) Solda de filete externa sob cisalhamento	12457
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	22003
(5) Solda de chanfro externa sob tração	21233
Resistência dos elementos da união	55694
Carregamento para o Caminho 2-2: W_2 menor entre W e W_{2-2}	4456,6
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

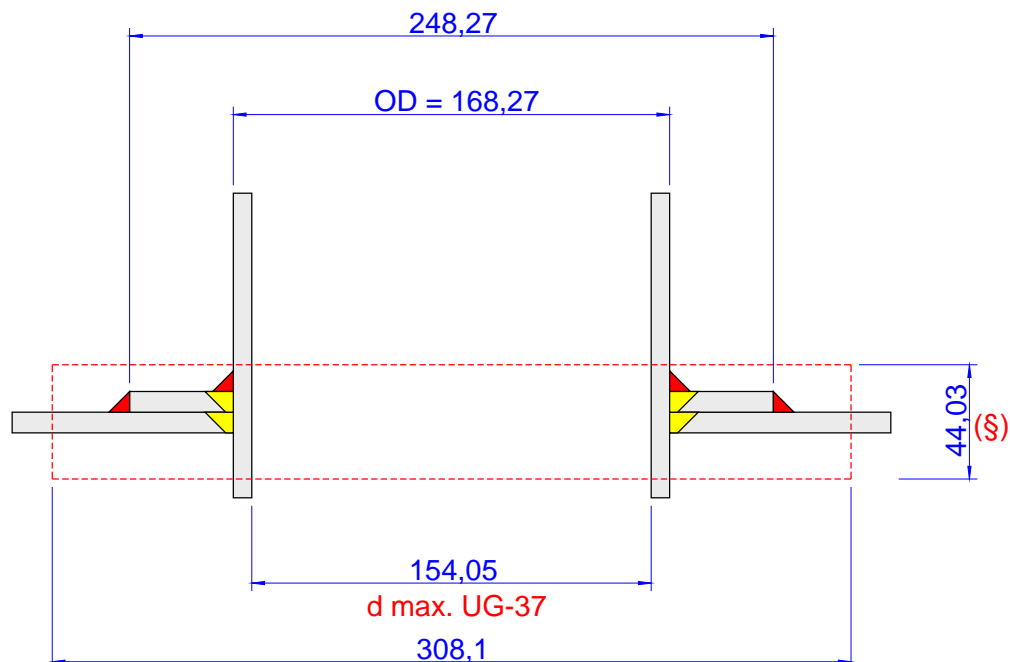
Caminho 3-3	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	15558
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	22003
Resistência dos elementos da união	37561
Carregamento para o Caminho 3-3: W_3 menor entre W e W_{3-3}	12525
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

9. Bocal - N5

9.1. Dados gerais

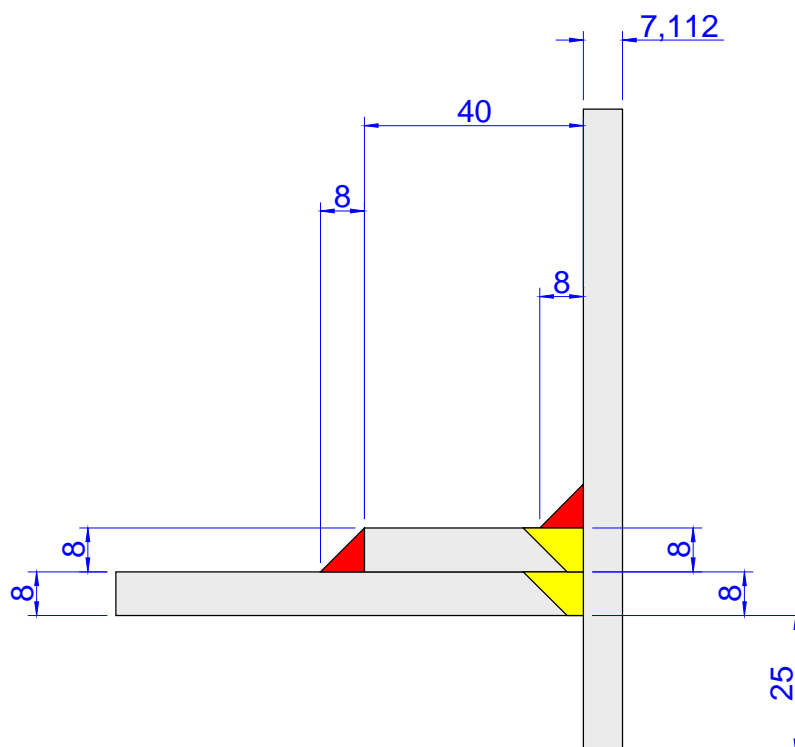
Localizado em.....	Seção cilíndrica 1
Descrição do bocal	Saída de Líquido
Descrição do tubo do bocal.....	NPS 6 (DN 150) Schedule 40 (STD)
Material do bocal	SA-53 Grau S/B
Orientação do bocal	$\theta = 180,00^\circ$
Espessura mínima local da casca.....	$t_s = 8,0000$ mm
Projeção para fora do vaso	$L_N = 200,00$ mm
Distância da linha de centro do bocal à referência.....	$L_B = 235,00$ mm
Distância da ponta do bocal à referência.....	$R_E = 583,00$ mm
Diâmetro externo do bocal (Novo)	OD = 168,27 mm
Diâmetro interno do bocal (Novo)	ID = 154,05 mm
Espessura nominal da parede do bocal (Novo).....	$t_{wall} = 7,1120$ mm
Sobre-espessura de corrosão do bocal	$c = 0,0000$ mm
Projeção do bocal.....	$h = 25,0000$ mm
Largura do reforço.....	$W_p = 40,0000$ mm
Espessura da parede do reforço (Novo).....	$t_p = 8,0000$ mm
Material do reforço	SA-516 Grau 70

9.2. Abertura - Limites de reforço



(§) Limite de reforço externo: 18,250 mm
Limite de reforço interno: 17,780 mm

9.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

9.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm)				
A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45.				
Para P = 27,057 kgf/cm ² a 50,000 °C.				
t Requerida	t _{min} (Novo)	t _a	t _{b1}	t _{b3}
6,22	6,22	2,53	8,00	6,22

Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16			
Descrição da Solda	Solda Requerida Garganta (mm)	Solda Atual Garganta (mm)	Condição
Solda de filete entre o bocal e a casca (t ₄₁)	4,9784	5,6000	Tamanho é adequado
Solda de filete externa entre o reforço e a casca (t ₄₂)	3,6500	5,6000	Tamanho é adequado
Solda de chanfro entre o bocal e o reforço (t _{w2})	4,9784	8,0000	Tamanho é adequado

UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²)								
A abertura está adequadamente reforçada.								
A Requerida	A Disponível	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄₁	A ₄₂	A ₄₃	A ₅
1139,6	1142,1	0,0000	167,11	216,23	54,720	64,000	-	640,00

Resumo da Análise de Resistência das Soldas (kgf)						
Caminhos de Falha são mais Resistentes que as Cargas Aplicadas nas Soldas.						
Carga na Solda W	Carga na Solda W ₁₋₁	Caminho 1-1 Resistência	Carga na Solda W ₂₋₂	Caminho 2-2 Resistência	Carga na Solda W ₃₋₃	Caminho 3-3 Resistência
16025	13018	36648	7408,1	56464	17307	43500

9.4.1. Geometria do sketch corroído

9.4.1.1. Casca do vaso

Espessura (descontada a folga para conformação)	t _{shell} =	8,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão interna	C _i =	0,0000 mm
Sobre-espessura de corrosão externa.....	C _o =	0,70000 mm
Sobre-espessura de corrosão	C = C _i + C _o =	0,70000 mm
Espessura da parede	t = t _{shell} - C =	7,3000 mm

9.4.1.2. Bocal

Raio interno.....	R _n =	77,025 mm
Espessura da parede	t _{wall} =	7,1120 mm
Sobre-espessura de corrosão	C _n =	0,0000 mm
Espessura fornecida da parede	t _n = t _{wall} - C _n =	7,1120 mm
Espessura da parede da projeção interna.....	t _i = t _n - C _n =	7,1120 mm
Projeção interna	h = h _{new} - C _n + C _i =	25,000 mm

9.4.1.3. Reforço

Largura	W _p =	40,000 mm
Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t _p =	8,0000 mm
Projeção.....	h =	25,000 mm

9.4.1.4. Abertura

Diâmetro- UG-40	d =	154,05 mm
-----------------------	-----	-----------

9.4.2. Limites do reforço - UG-40

Limite paralelo à parede do vaso	d =	154,05 mm
--	-----	-----------

Limite externo normal à parede do vaso	2,5t =	18,250 mm
Limite interno normal à parede do vaso	2,5t _n =	17,780 mm

9.4.3. Espessura requerida da parede

9.4.3.1. Espessura requerida da parede - UG-37(a)

Espessura requerida	t _r =	7,3000 mm
---------------------------	------------------	-----------

$$t_r = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_r = \frac{27,057 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 27,057}$$

$$\therefore t_r = 7,3 \text{ mm}$$

9.4.3.2. Espessura requerida do bocal - UG-27(c)(1)

Espessura requerida	t _{rn} =	1,7572 mm
---------------------------	-------------------	-----------

$$t_{rn} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{rn} = \frac{27,057 \times 77,025}{1202,2 \times 1 - 0,6 \times 27,057}$$

$$\therefore t_{rn} = 1,7572 \text{ mm}$$

9.4.4. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

9.4.4.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

9.4.4.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

Espessura da parede - UG-27(c)(1)	t _{UG27} =	2,5251 mm
---	---------------------	-----------

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{27,057 \times 77,025}{1202,2 \times 0,7 - 0,6 \times 27,057}$$

$$\therefore t_{UG27} = 2,5251 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal	t _{min} = t _{UG27} + C _n =	2,5251 mm
---	---	-----------

9.4.4.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede	t _a =	2,5251 mm
----------------------------------	------------------	-----------

9.4.4.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima	t _{min} =	7,3000 mm
------------------------	--------------------	-----------

$$t_{min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{min} = \frac{27,057 \times 375}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 27,057}$$

$$\therefore t_{min} = 7,3 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão	t _{min} + C =	8,0000 mm
--	------------------------	-----------

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão	t _{UG-16(b)} + C _n =	1,5000 mm
--	--	-----------

Espessura mínima da parede	t _{b1} =	8,0000 mm
----------------------------------	-------------------	-----------

9.4.4.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo.....	NPS 6 (DN 150)
Tabela UG-45: Espessura mínima da parede	$t_{wmin} = 6,2200$ mm
Espessura mínima da parede	$t_{b3} = t_{wmin} + C_n = 6,2200$ mm

9.4.4.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45	$t_a = 2,5251$ mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b1} = 8,0000$ mm
Espessura da parede - UG-45	$t_{b3} = 6,2200$ mm
Espessura da parede - UG-45	$t_b =$ menor entre t_{b1} ou $t_{b3} = 6,2200$ mm
Espessura requerida da parede - UG-45	$t_{UG-45} =$ maior entre t_a ou $t_b = 6,2200$ mm
Espessura disponível do oESCOÇO (Novo)	$t_n = 0,875 \times t_{wall} = 6,2200$ mm
A espessura do bocal é adequada?	Sim

9.4.5. Dimensões requeridas para as soldas

9.4.5.1. Solda de filete: Entre o bocal e a casca

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t_n ou $t_e = 7,1120$ mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{min} = 4,9784$ mm	
Garganta da solda de filete	$t_c = 0,7t_{L41} = 5,6000$ mm
Tamanho da solda de filete é adequado?	Sim

9.4.5.2. Solda de chanfro externa: Entre o reforço e a casca

t_{min} de acordo com UW-16	$t_{min} =$ menor de 19 mm ou t ou $t_e = 7,3000$ mm
Tamanho mínimo da garganta da solda de filete	t_w (mínimo) = $0,5t_{min} = 3,6500$ mm
Garganta da solda de filete	$t_w = 0,7t_{L42} = 5,6000$ mm
Tamanho da solda de filete é adequado?	Sim

9.4.6. Fatores de redução de tensão

Tensão admissível do material do bocal	$S_n = 1202,2$ kgf/cm ²
Tensão admissível do material da casca	$S_v = 1406,1$ kgf/cm ²
Tensão admissível do material do reforço	$S_p = 1406,1$ kgf/cm ²
Fator de redução de resistência	$f_{r1} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v = 0,85500$
Fator de redução de resistência	$f_{r2} =$ menor entre 1.0 e $S_n/S_v = 0,85500$
Fator de redução de resistência	$f_{r3} =$ menor entre 1.0, S_n/S_v e $S_p/S_v = 0,85500$
Fator de redução de resistência	$f_{r4} =$ menor entre 1.0 e $S_p/S_v = 1,0000$

9.4.7. E1 definido em UG-37(a)

Parte da abertura atravessa qualquer outra junta soldada?	Não
Eficiência de junta de acordo com UG-37(a).....	$E_1 = 1,0000$

9.4.8. Área de reforço requerida - UG-37(c)

Área de reforço requerida.....	$A_r = 1139,6$ mm ²
--------------------------------	--------------------------------

$$A = d t_r F + 2 t_n t_r F (1 - f_{r1})$$

$$A = 154,05 \times 7,3 \times 1 + 2 \times 7,112 \times 7,3 \times 1 \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A = 1139,6 \text{ mm}^2$$

9.4.9. Área de reforço disponível - Figura UG-37.1

9.4.9.1. Área disponível na casca - A_1

Área	$A_{11} = 0,0000$ mm ²
Área	$A_{12} = 0,0000$ mm ²
Área	$A_1 =$ maior entre A_{11} e $A_{12} = 0,0000$ mm ²

$$A_{11} = d \left(E_1 t - F t_r \right) - 2 t_n \left(E_1 t - F t_r \right) \left(1 - f_{r1} \right)$$

$$A_{11} = 154,05 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 7,3) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 7,3) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{11} = 0 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2 \left(t + t_n \right) \left(E_1 t - F t_r \right) - 2 t_n \left(E_1 t - F t_r \right) \left(1 - f_{r1} \right)$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 7,112) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 7,3) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 7,3) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 0 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 2 \left(t + t_n \right) \left(E_1 t - F t_r \right) - 2 t_n \left(E_1 t - F t_r \right) \left(1 - f_{r1} \right)$$

$$A_{12} = 2 \times (7,3 + 7,112) \times (1 \times 7,3 - 1 \times 7,3) - 2 \times 7,112 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 7,3) \times (1 - 0,855)$$

$$\therefore A_{12} = 0 \text{ mm}^2$$

9.4.9.2. Área disponível na projeção externa do bocal - A₂

Área A₂₁ = 167,11 mm²

Área A₂₂ = 236,06 mm²

Área A₂ = menor entre A₂₁ e A₂₂ = 167,11 mm²

$$A_{21} = 5 \left(t_n - t_{rn} \right) f_{r2} t$$

$$A_{21} = 5 \times (7,112 - 1,7572) \times 0,855 \times 7,3$$

$$\therefore A_{21} = 167,11 \text{ mm}^2$$

$$A_{22} = 2 \left(t_n - t_{rn} \right) \left(2,5 t_n + t_e \right) f_{r2}$$

$$A_{22} = 2 \times (7,112 - 1,7572) \times (2,5 \times 7,112 + 8) \times 0,855$$

$$\therefore A_{22} = 236,06 \text{ mm}^2$$

9.4.9.3. Área disponível na projeção interna do bocal - A₃

Área A₃₁ = 221,95 mm²

Área A₃₂ = 216,23 mm²

Área A₃₃ = 380,05 mm²

Área A₃ = menor entre A₃₁ e A₃₂ or A₃₃ = 216,23 mm²

$$A_{31} = 5 t t_i f_{r2}$$

$$A_{31} = 5 \times 7,3 \times 7,112 \times 0,855$$

$$\therefore A_{31} = 221,95 \text{ mm}^2$$

$$A_{32} = 5 t_i t_i f_{r2}$$

$$A_{32} = 5 \times 7,112 \times 7,112 \times 0,855$$

$$\therefore A_{32} = 216,23 \text{ mm}^2$$

$$A_{33} = 2,5 h t_i f_{r2}$$

$$A_{33} = 2,5 \times 25 \times 7,112 \times 0,855$$

$$\therefore A_{33} = 380,05 \text{ mm}^2$$

9.4.9.4. Área da solda - A_{41}

Área $A_{41} = 54,720 \text{ mm}^2$

$$A_{41} = (t_{L41})^2 f_{r3}$$

$$A_{41} = (8)^2 \times 0,855$$

$$\therefore A_{41} = 54,72 \text{ mm}^2$$

9.4.9.5. Área da solda - A_{42}

Área $A_{42} = 64,000 \text{ mm}^2$

$$A_{42} = (t_{L42})^2 f_{r4}$$

$$A_{42} = (8)^2 \times 1$$

$$\therefore A_{42} = 64 \text{ mm}^2$$

9.4.9.6. Área disponível no elemento de reforço - A_5

Área $A_5 = 640,00 \text{ mm}^2$

$$A_5 = (D_p - d - 2t_n) t_e f_{r4}$$

$$A_5 = (248,27 - 154,05 - 2 \times 7,112) \times 8 \times 1$$

$$\therefore A_5 = 640 \text{ mm}^2$$

9.4.9.7. Área de reforço disponível

Área disponível $A_a = A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{42} + A_5 = 1142,1 \text{ mm}^2$

O reforço é adequado? **Sim**

Como a área de reforço disponível, A_a , é maior ou igual do que a área de reforço requerida, A_r , a abertura está adequadamente reforçada.

9.4.10. Esforço a ser suportado pelas soldas [Figura UG-41.1 croqui (a)]

Carga total da solda $W = 16025 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 1-1 $W_{1-1} = 13018 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 2-2 $W_{2-2} = 7408,1 \text{ kgf}$

Esforço da solda para caminho 3-3 $W_{3-3} = 17307 \text{ kgf}$

A área da Figura UG-41.1 (a) para cálculo dos esforços de conexão nas soldas é dada por:

$$W = K_u \left[A - A_1 + 2 t_n f_{r1} (E_1 t - F t_r) \right] S_v$$

$$W = 0,01 \times [1139,6 - 0 + 2 \times 7,112 \times 0,855 \times (1 \times 7,3 - 1 \times 7,3)] \times 1406,1$$

$$\therefore W = 16025 \text{ kgf}$$

$$W_{1-1} = K_u (A_2 + A_5 + A_{41} + A_{42}) S_v$$

$$W_{1-1} = 0,01 \times (167,11 + 640 + 54,72 + 64) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{1-1} = 13018 \text{ kgf}$$

$$W_{2-2} = K_u (A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} + 2 t_n t f_{r1}) S_v$$

$$W_{2-2} = 0,01 \times (167,11 + 216,23 + 54,72 + 0 + 2 \times 7,112 \times 7,3 \times 0,855) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{2-2} = 7408,1 \text{ kgf}$$

$$W_{3-3} = K_u \left(A_2 + A_3 + A_5 + A_{41} + A_{42} + A_{43} + 2 t_n t_{f_{r1}} \right) S_v$$

$$W_{3-3} = 0,01 \times (167,11 + 216,23 + 640 + 54,72 + 64 + 0 + 2 \times 7,112 \times 7,3 \times 0,855) \times 1406,1$$

$$\therefore W_{3-3} = 17307 \text{ kgf}$$

9.4.11. Tensões unitárias [UW-15(c) e UG-45(c)]

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento.....	$S_1 = 0,49 \times \text{Menor}(S_n, S_p) =$	589,10 kgf/cm ²
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento.....	$S_2 = 0,49 \times \text{Menor}(S_v, S_p) =$	689,01 kgf/cm ²
(3) Parede do bocal sob cisalhamento.....	$S_3 = 0,7 \times S_n =$	841,57 kgf/cm ²
(4) Solda de chanfro na casca sob tração.....	$S_4 = 0,74 \times S_v =$	1040,5 kgf/cm ²
(5) Solda de chanfro externa sob tração.....	$S_5 = 0,74 \times S_p =$	1040,5 kgf/cm ²

9.4.12. Resistência dos elementos da união

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento.....	$F_1 =$	12457 kgf
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento.....	$F_2 =$	21496 kgf
(3) Parede do bocal sob cisalhamento.....	$F_3 =$	15152 kgf
(4) Solda de chanfro na casca sob tração.....	$F_4 =$	22003 kgf
(5) Solda de chanfro externa sob tração.....	$F_5 =$	22003 kgf

(1) Solda de filete externa sob cisalhamento

$$F_1 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{L41} S_1$$

$$F_1 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 589,1$$

$$\therefore F_1 = 12457 \text{ kgf}$$

(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento

$$F_2 = K_u \frac{\pi}{2} OD_{pad} t_{L42} S_2$$

$$F_2 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 248,27 \times 8 \times 689,01$$

$$\therefore F_2 = 21496 \text{ kgf}$$

(3) Parede do bocal sob cisalhamento

$$F_3 = K_u \frac{\pi}{2} D_m t_n S_3$$

$$F_3 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 161,16 \times 7,112 \times 841,57$$

$$\therefore F_3 = 15152 \text{ kgf}$$

(4) Solda de chanfro na casca sob tração

$$F_4 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_G S_4$$

$$F_4 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 1040,5$$

$$\therefore F_4 = 22003 \text{ kgf}$$

(5) Solda de chanfro externa sob tração

$$F_5 = K_u \frac{\pi}{2} D_o t_{UG} S_5$$

$$F_5 = 0,01 \times \frac{\pi}{2} \times 168,27 \times 8 \times 1040,5$$

$$\therefore F_5 = 22003 \text{ kgf}$$

9.4.13. Verificação da resistência dos caminhos - UG-41(b)(1)

Caminho 1-1	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	21496
(3) Parede do bocal sob cisalhamento	15152
Resistência dos elementos da união	36648
Carregamento para o Caminho 1-1: W_1 menor entre W e W_{1-1}	13018
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

Caminho 2-2	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(1) Solda de filete externa sob cisalhamento	12457
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	22003
(5) Solda de chanfro externa sob tração	22003
Resistência dos elementos da união	56464
Carregamento para o Caminho 2-2: W_2 menor entre W e W_{2-2}	7408,1
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

Caminho 3-3	
Elementos da Conexão	Resistência dos Elementos da Conexão (kgf)
(2) Solda de filete no reforço externo sob cisalhamento	21496
(4) Solda de chanfro na casca sob tração	22003
Resistência dos elementos da união	43500
Carregamento para o Caminho 3-3: W_3 menor entre W e W_{3-3}	16025
O caminho resiste aos esforços aplicados?	Sim

10. Teste hidrostático de fábrica baseado na PMTA de acordo com UG-99(b)

10.1. Dados do teste de retenção de pressão

O teste de fábrica é executado com o vaso na Posição horizontal

Pressão local durante o teste	P =	16,304 kgf/cm ²
Pressão hidrostática do teste de fábrica a 21,000 °C.....	P _t =	21,195 kgf/cm ²
Fator da pressão UG-99(b)	f _p =	1,3000
Razão de tensões UG-99(b).....	LSR =	1,0000

10.2. Cálculo do casco cilíndrico

10.2.1. Seção cilíndrica 1

Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t =	8,0000 mm
Raio interno.....	R =	375,00 mm
Pressão de teste mais pressão estática.....	P =	21,270 kgf/cm ²
Tensão nas condições do teste	S =	1442,6 kgf/cm ²

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A tensão em condições de teste é dada por UG-27(c)(1):

$$S = \frac{P(R + 0,6t)}{Et}$$

$$S = \frac{21,27 \times (375 + 0,6 \times 8)}{0,7 \times 8}$$

$$\therefore S = 1442,6 \text{ kgf/cm}^2$$

10.3. Cálculo da tensão no tampo esquerdo

10.3.1. Parte cilíndrica

Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t =	9,5300 mm
Raio interno.....	R =	375,00 mm
Pressão de teste mais pressão estática.....	P =	21,270 kgf/cm ²
Tensão nas condições do teste	S =	849,74 kgf/cm ²

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A tensão em condições de teste é dada por UG-27(c)(1):

$$S = \frac{P(R + 0,6t)}{Et}$$

$$S = \frac{21,27 \times (375 + 0,6 \times 9,53)}{1 \times 9,53}$$

$$\therefore S = 849,74 \text{ kgf/cm}^2$$

10.3.2. Seção semi-elíptica

Pressão de teste mais pressão estática.....	P =	21,270 kgf/cm ²
Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t =	7,0300 mm
Diâmetro interno.....	D =	750,00 mm
Eficiência de junta	E =	0,85000
Tensão nas condições do teste	S =	1337,4 kgf/cm ²

A tensão nas condições de teste é dada por 1-4(c)(1):

$$S = \frac{PKD + 0,2Pt}{2tE}$$

$$S = \frac{21,27 \times 1 \times 750 + 0,2 \times 21,27 \times 7,03}{2 \times 7,03 \times 0,85}$$

$$\therefore S = 1337,4 \text{ kgf/cm}^2$$

10.4. Cálculo da tensão no tampo direito

10.4.1. Parte cilíndrica

Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t =	9,5300 mm
Raio interno.....	R =	375,00 mm
Pressão de teste mais pressão estática.....	P =	21,270 kgf/cm ²
Tensão nas condições do teste	S =	849,74 kgf/cm ²

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A tensão em condições de teste é dada por UG-27(c)(1):

$$S = \frac{P(R + 0,6t)}{Et}$$

$$S = \frac{21,27 \times (375 + 0,6 \times 9,53)}{1 \times 9,53}$$

$$\therefore S = 849,74 \text{ kgf/cm}^2$$

10.4.2. Seção semi-elíptica

Pressão de teste mais pressão estática.....	P =	21,270 kgf/cm ²
Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída.....	t =	7,0300 mm
Diâmetro interno.....	D =	750,00 mm
Eficiência de junta	E =	0,85000
Tensão nas condições do teste	S =	1337,4 kgf/cm ²

A tensão nas condições de teste é dada por 1-4(c)(1):

$$S = \frac{PKD + 0,2Pt}{2tE}$$

$$S = \frac{21,27 \times 1 \times 750 + 0,2 \times 21,27 \times 7,03}{2 \times 7,03 \times 0,85}$$

$$\therefore S = 1337,4 \text{ kgf/cm}^2$$

11. Sumário do dimensionamento do vaso de pressão

Temperatura de projeto.....	T =	50,000 °C
Pressão interna de projeto.....	P =	16,300 kgf/cm ²
Pressão máxima de trabalho admissível - UG-98(a)	PMTA =	16,304 kgf/cm ²

12. Resumo da pressão

Componentes do vaso		Pressão interna (kgf/cm ²)	Pressão estática (kgf/cm ²)	Pressão externa (kgf/cm ²)	Vácuo (kgf/cm ²)	Sobre-espessura		Esmagamento (mm)
						Interno (mm)	Externo (mm)	
Tampos	Semi-elíptico	16,300	0,04800	0,0000	0,0000	0,0000	0,70000	2,5000
	Parte cilíndrica	16,300	0,04800	0,0000	0,0000	0,0000	0,70000	0,0000
Casco	Seção 1	16,300	0,04800	0,0000	0,0000	0,0000	0,70000	---
N1	Pescoço	16,300	9,1912E-3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	---
N2	Pescoço	16,300	4,4176E-3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	---
N3	Pescoço	16,300	3,5902E-3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	---
N4	Pescoço	16,300	4,4176E-3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	---
N5	Pescoço	16,300	4,4176E-3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	---

Componentes do vaso		Pressão interna total (kgf/cm ²)	Pressão externa total (kgf/cm ²)	PMTA (kgf/cm ²)
Tampos	Semi-elíptico	16,348	0,0000	20,093
	Parte cilíndrica	16,348	0,0000	32,601
Casco	Seção 1	16,348	0,0000	18,892
N1	Pescoço	16,309	0,0000	19,766
N2	Pescoço	16,304	0,0000	23,967
N3	Pescoço	16,304	0,0000	16,304
N4	Pescoço	16,304	0,0000	23,967
N5	Pescoço	16,304	0,0000	27,052

PMTA: Pressão Máxima de Trabalho Admissível [UG-98(a)]

PMTA é o menor dos valores encontrados para a Pressão Máxima de Trabalho Admissível para qualquer das partes essenciais de um vaso, ajustada para qualquer diferença na coluna de líquido que possa existir entre a parte considerada e o topo do vaso.

Se o cálculo da PMTA não está incluído no relatório de cálculo, então o vaso não precisa ser testado com base na PMTA, e, neste caso, a placa de identificação deve ter a Pressão de Projeto como a PMTA.

a) Pressão máxima de trabalho admissível = 16,304 kgf/cm² a 50,000 °C

13. Sumário das espessuras

Componentes do vaso		Nominal (mm)	Projeto (mm)	Após conformação (mm)	Eficiência da junta soldada	Carregamento
Tampo esquerdo	Semi-elíptico	9,5300	8,3362	5,8362	0,85	Pressão interna
	Parte cilíndrica	9,5300	5,0904	5,0904	1,00	Pressão interna
Casco	Seção 1	8,0000	6,9910	6,9910	0,70	Pressão interna
N1	Pescoço	10,312	6,0188	6,0188	0,7	Pressão interna
N2	Pescoço	7,1120	7,1086	6,2200	0,7	Pressão interna
N3	Pescoço	6,5532	5,8052	5,0796	0,7	Pressão interna
N4	Pescoço	7,1120	7,1086	6,2200	0,7	Pressão interna
N5	Pescoço	7,1120	7,1086	6,2200	0,7	Pressão interna

a) Nominal: chapa comercial/espessura schedule

b) Projeto: espessura mínima de projeto, inclui corrosão e tolerância de conformação

c) Após conformação: espessura mínima do material após a conformação

14. Teste hidrostático de fábrica baseado na PMTA de acordo com UG-99(b)

A pressão do teste hidrostático de fábrica é igual a 21,195 kgf/cm² a 21,000 °C (PMTA = 16,304 kgf/cm²). O teste de fábrica deve ser executado com o vaso na posição horizontal.

Componentes do vaso		Pressão local no teste (kgf/cm ²)	Pressão estática (kgf/cm ²)	Razão de tensões	Tensão no teste (kgf/cm ²)	Tensão máxima no teste (kgf/cm ²)
Tampo esquerdo	Semielíptico	21,270	0,07500	1,000	1337,4	2404,5
	Parte cilíndrica	21,270	0,07500	1,000	849,74	2404,5
Casco	Seção 1	21,270	0,07500	1,000	1442,6	2404,5
N1	Pescoço	21,210	0,01436	1,000	---	---
N2	Pescoço	21,202	6,9025E-3	1,000	---	---
N3	Pescoço	21,201	5,6097E-3	1,000	---	---
N4	Pescoço	21,202	6,9025E-3	1,000	---	---
N5	Pescoço	21,202	6,9025E-3	1,000	---	---

- (a) Fator da pressão UG-99(b) = 1,300
- (b) Razão de tensões UG-99(b) = 1,000
- (c) Pressão Local no Teste = Pressão do Teste + Pressão Estática no Teste
- (d) Tensão máxima durante o Teste = 0,9 x tensão de escoamento

1. Informações do equipamento

Projeto..... VASOS - THERMTECH
Identificação do vaso..... TCDL - Ø750X2000
Tipo..... Vaso de pressão
Orientação..... Horizontal
Norma de projeto..... ASME VIII Divisão 1, Edição 2017
Tampo esquerdo Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Tampo direito..... Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17

2. NR-13 - Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanque Metálicos de Armazenamento

Ministério do Trabalho e Emprego

Publicação

Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978

Alterações / Atualizações

Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983

Portaria SSMT n.º 02, de 08 de maio de 1984

Portaria SSST n.º 23, de 27 de dezembro de 1994

Portaria SIT n.º 57, de 19 de junho de 2008

Portaria MTE n.º 594, de 28 de abril de 2014

Portaria MTb n.º 1.084, de 28 de setembro de 2017

Portaria MTb n.º 1.082, de 18 de dezembro de 2018

2.1. Escopo

Esta NR deve ser aplicada aos seguintes equipamentos:

- todos os equipamentos enquadrados como caldeiras conforme item 13.4.1.1 e 13.4.1.2;
- vasos de pressão cujo produto P.V seja superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa, em módulo, e V o seu volume interno em m³;
- vasos de pressão que contenham fluido da classe A, especificados na alínea "a" do subitem 13.5.1.2, independente das dimensões e do produto P.V;
- recipientes móveis com P.V superior a 8 (oito) ou com fluido da classe A, especificado na alínea "a" do subitem 13.5.1.2.
- tubulações ou sistemas de tubulação conectados a caldeiras ou vasos de pressão, de acordo com os itens 13.4.1.2 e 13.5.1.2, contendo fluidos de Classe A ou B de acordo com o item 13.5.1.2 a) da NR-13;
- tanques metálicos de superfície para armazenamento e estocagem de produtos finais ou de matérias primas, não enterrados e com fundo apoiado sobre o solo, com diâmetro externo maior do que 3 m (três metros), capacidade nominal maior do que 20.000 L (vinte mil litros), e que contenham fluidos de classe A ou B, conforme a alínea "a" do subitem 13.5.1.2 da NR-13.

2.2. Classificação do vaso

Pressão máxima de operação	P =	1598,5 kPa
Volume interno	V =	1,0310 m ³
Produto P.V. (kPa.m ³).....	PV =	1648,0 kPa.m ³
P.V. > 8 kPa.m ³ ?.....		Sim
Classe do fluido		A
A NR 13 deve ser aplicada?		Sim
Grupo pontencial de risco	GR =	4
Categoria do vaso		III

2.3. Intervalos para a inspeção periódica

SPIE - Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos	Exame Externo	Exame Interno
Não	3 anos	6 anos
Sim	5 anos	10 anos

2.4. Requisitos de treinamento

Categoria do vaso III

O "Treinamento de Segurança em Unidades de Processo" (Anexo I-B) é mandatório?Não

A operação de unidades que possuam vasos de pressão de categorias I ou II deve ser efetuada por profissional capacitado conforme item B do Anexo I desta NR.

2.5. Documentação do vaso

Todo vaso de pressão deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalado, a seguinte documentação devidamente atualizada.

- a) prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante, de acordo com o item 13.5.1.6 a);
- b) Registro de Segurança em conformidade com o subitem 13.5.1.8;
- c) projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3.3.3 e 13.3.3.4;
- d) relatórios de inspeção em conformidade com o item 13.5.4.14;
- e) certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicável.

2.6. Dados obrigatórios da placa de identificação da NR 13

Fabricante.....
Número de identificação do fabricante
Ano de fabricação..... = 0
Pressão máxima de trabalho admissível PMTA = 16,300 kgf/cm²
Teste hidrostático de fabricação P_t = 21,190 kgf/cm²
Código de projeto e ano de edição Edição 2017
Categoria do vaso..... III

A pressão do teste hidrostático a ser estampada na placa de identificação da NR-13 é a pressão hidrostática de fabricação.

NOTA THERM TECH

A Therm Tech Refrigeração Industrial vem por meio deste documento comunicar aos representantes legais da unidade instaladora; à responsabilidade a fim de assegurar o cumprimento de todos os requisitos de segurança do sistema de refrigeração, comprometendo-se com o nível de concentração da solução ou qualquer procedimento equivocado com a concentração e reposição inadequados.

Considera-se inicialmente que a instalação foi projetada corretamente para o propósito do seu desempenho, vindo a causar sérios danos se realizado de forma impropria.

ANOTAÇÕES

Essa folha foi deixada em branco propositalmente para fins de anotações gerais que possa ser considerada importante pelo cliente.



Rua Adálio Guilherme da Silva, 215C
Bairro Santa Fé . Caxias do Sul . RS . Brasil
CEP 95047-043 . Fone +55 54 3067 0473

tht@thermtech.com.br

  thtrefrigeracao

MANUAL DE OPERAÇÃO DE VASO DE PRESSÃO

VP002-DISTRIBUIDOR DE LIQUIDO

MARFRIG GLOBAL FOODS – BATAGUASSU- MS

2025

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	03
RESPONSABILIDADES DO FABRICANTE	04
RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO E OU OPERADOR RESPONSÁVEL	05
OBSERVAÇÕES DE OPERAÇÃO	06
INFORMAÇÕES DO FLUIDO UTILIZADO NO SISTEMA	07
INFORMAÇÕES GERAIS	08
SEGURANÇA CONSIDERAÇÕES	09
SIMBOLOGIA DE SEGURANÇA	10
SIMBOLOGIA DE PROIBIÇÃO	12
SIMBOLOGIA DE OBRIGATORIEDADE	13
EMERGÊNCIAS	14
OBSERVAÇÕES DE EMERGÊNCIAS	15
CONDICIONAMENTO OPERACIONAL	16
OPERAÇÃO INADEQUADA	17
PERIGOS TÉRMICOS RESIDUAIS	19
PERIGOS RESIDUAIS COM REFRIGERANTE	20
VASO DE PRESSÃO (DISTRIBUIDOR DE LIQUIDO)	21
CARACTERÍSTICAS DA AMÔNIA ANIDRA R717	23
SEGURANÇA OPERACIONAL DO VASOS DE PRESSÃO	27
RECOMENDAÇÕES PARA SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO POR AMÔNIA	34

APRESENTAÇÃO

Utilizado como Depósito de Líquido, e Vasos de Pressão em geral, têm uma série de benefícios, entre elas:

- Fabricados conforme norma de projeto ASME VIII Divisão I e norma regulamentadora NR-13;
- Processos de solda de alta eficiência e alta qualidade por arco submerso (tampas e corpo);
- Materiais certificados e com rastreabilidade total;
- Inspeções de qualidade e testes não-destrutivos;
- Customizações de acordo a necessidade e aplicação;
- Montagens de sistemas completos em fábrica (bombas de recirculação, trocadores a placas, acessórios em geral).

O manual de recomendações para projeto, operação, manutenção e comissionamento, entre outras documentações deverá estar sempre disponível para referência. Em caso de dúvida, ou necessidade em reposição de peças, favor contatar a área comercial e qualidade da fabricante do vaso conforme informada em prontuário e placa de identificação, que fará o possível para atender a sua necessidade de maneira rápida e eficaz.

RESPONSABILIDADES DO FABRICANTE

As observações fornecidas nestas instruções para a manutenção da segurança funcional do equipamento, evitando possíveis perigos durante o transporte, montagem e instalação, partida e operação, e com as atividades de manutenção (limpeza, assistência técnica e reparos) se referem somente à unidade, e não se aplicam a outras séries de equipamentos e ou equipamentos de outros fabricantes.

Os materiais de fabricação são configurados de tal forma que resistam à tensão mecânica, térmica e química previsível, e sejam resistentes aos fluídos de trabalho e ou as misturas de fluídos de trabalho/óleo de refrigeração previstos no projeto inicial.

As partes soldadas que transportam os fluídos de trabalho (tubos centrais, distribuidores e coletores) estão projetados de modo que eles permaneçam soldados mesmo com a tensão mecânica, térmica e química previsível, e resistem à pressão máxima de operação admissível (PMTA).

Materiais, espessura da parede dos tubos (centrais, distribuidores e coletores), resistência à tração, resistência à corrosão, processo e testes são adequados para os fluídos de trabalho definidos no projeto inicial e resistem às possíveis pressões, tensões e temperaturas que podem ocorrer.

RESPONSABILIDADES DO PROPRIETÁRIO E/OU DO OPERADOR RESPONSÁVEL

O proprietário e ou o operador responsável deve verificar se o pessoal operacional está treinado e qualificado o suficiente para operar, monitorar e realizar assistência técnica no equipamento/ sistema. Antes da partida do sistema, o responsável deve verificar se a equipe está suficientemente informada com relação à documentação do equipamento (instruções de operação), configuração do sistema, monitoramento, operação e assistência técnica, medidas de segurança, e com relação às propriedades e manuseio dos fluidos de trabalho a serem usados.

O responsável deve se certificar de que, ao operar, monitorar e realizar manutenção no sistema, os fluidos de trabalho não deverão ser alterados dos dados especificados nos documentos de projeto relacionados ao pedido.

Planejamento e preparação das medidas de emergência: a fim de evitar danos por transtornos operacionais, deve ser haver um sistema de avisos nas instalações. Prepare medidas de emergência que evitem danos para pessoas e equipamentos, caso ocorram falhas. A responsabilidade permanece com o proprietário e ou o operador responsável do equipamento, se o equipamento for usado por terceiros, a menos que haja um acordo para compartilhamento da responsabilidade.

OBSERVAÇÕES DE OPERAÇÃO

Estas instruções de operação se aplicam para todos os modelos de vasos para operação de acordo com os fluidos de trabalho, pressões e temperaturas especificadas nos documentos de projeto relacionados ao projeto.

Equipamento: Distribuidor de Líquido

Tipo de Equipamento: Horizontal

Modelo: TC DL 05

Fabricante: TOP COLD/THERM TECH

Fluido Principal: Amônia

Nº de Série: 1174-04

Categoria: III

Classe do Fluido: A

Grupo Potencial de Risco: 4

Pressão Máxima de Trabalho Admissível: 16,00 kgf/cm²

Pressão de teste hidrostático: 24,00 kgf/cm²

Volume Interno: 1,03 m³

Ano de Fabricação: 2021

Código da inspeção: VP002 INDUSTRIALIZADOS

Código de Projeto: Asme VIII Divisão 01 – Ed 2017

Material do Costado (Adotado para cálculo): ASTM SA 516 Grau 70

Material dos Tampos (Adotado para cálculo): ASTM SA 516 Grau 70

Diâmetro Interno: 750 mm

Comprimento do Corpo Cilíndrico: 2474 mm

Comprimento Total do Equipamento: 2000 mm

Massa Vazio: 1,000 kg

Espessura nominal do costado: 19,05 mm 3/4"

Espessura nominal dos tampos: 9,54 mm 3/8"

INFORMAÇÕES SOBRE O FLUIDO UTILIZADO NO SISTEMA

Fluído	Amônia Anidra
Aparência e Odor	Gás comprimido liquefeito, incolor com odor característico
Forma Molecular	NH ₃
Ponto de Ebulição	33,35°C
Ponto de Fusão	77,70°C
Peso Molecular	17,00 g/mol
Densidade	0,682 g/cm ³ (20°C)
Temperatura de auto ignição	651°C
Ponto de fulgor	-
LSE (Limite Superior de Explosividade)	25% (2500 PPM)
LIE (Limite Inferior de Explosividade)	16% (1600 PPM)
Limite de Tolerância	14 mg/m ³ (20 PPM)
IPVS	300 PPM
Solubilidade em água.	1 vol. de água dissolve 1300 volume do gás-Alta
Absorção de calor	1,1007 cal/g°C - Alta

INFORMAÇÕES GERAIS

Os vasos de pressão são projetados para fornecer a melhor eficiência e uma prolongada vida útil quando instalados, operados e cuidados adequadamente.

Portanto, é altamente recomendado que uma programação de manutenção abrangente seja desenvolvida e realizada com uma frequência regular predeterminada.

Este manual irá auxiliar o proprietário – operador a desenvolver tal programação.

Este equipamento é relativamente complicado e a instalação, operação, manutenção e assistência devem ser realizadas apenas por pessoal adequado e qualificado para a realização destas funções. Estas pessoas devem também estar familiarizadas em cumprir com todas as normas e regulamentos governamentais aplicáveis, pertencentes às funções.

O tipo de fluido refrigerante e o método de alimentação para o vaso de pressão devem estar em conformidade com a indicação dos desenhos fornecidos e/ou com a placa de identificação da unidade.

As pressões de operação do projeto, como indicado na placa de identificação, nunca podem ser excedidas!

Vasos de pressão e todos os sistemas de tubulação devem ser corretamente evacuados antes de carregar o sistema com fluido refrigerante, para assegurar a retirada completa de umidade e de não condensáveis de todo circuito de refrigeração.

O não cumprimento de qualquer um destes requisitos pode resultar em sérios danos ao equipamento e/ou à propriedade onde ele está instalado, assim como em ferimento e/ou morte das pessoas presentes no local específico.

SEGURANÇA – CONSIDERAÇÕES



Aborda uma situação perigosa que, se encontrado, pode resultar em morte ou ferimentos graves.



Aborda uma situação ou instrução que deverá ser seguida rigorosamente para não resultar em danos irreparáveis ao equipamento.



Aborda uma situação de risco aos operadores ou que poderá causar danos ao equipamento.



Indica instruções que dizem respeito ao funcionamento do equipamento de segurança. O não cumprimento dessas instruções pode resultar em danos ao equipamento.

SIMBOLOGIA DE SEGURANÇA



Aviso



Alerta contra ferimento nas mãos. As mãos ou dedos podem ser esmagados, puxados ou feridos de outra maneira com a não conformidade.



Alerta contra superfícies quentes. A temperatura está acima de +45 °C (coagulação proteica) e pode causar queimaduras.



Alerta contra o frio. A temperatura está abaixo de 0 °C e pode causar ulceração de frio.



Alerta contra tensões elétricas perigosas. Perigo de choque elétrico se as peças que transportam tensão forem tocadas.



Alerta contra substâncias potencialmente explosivas no ponto de indicação. Uso de fontes de ignição podem causar explosões no ponto de indicação.



Alerta contra substâncias com risco de incêndio no ponto de indicação. Uso de fontes de ignição pode causar incêndios no ponto de indicação.



Alerta contra substâncias corrosivas. Os contatos com substâncias corrosivas podem causar ferimentos, especialmente com os olhos.



Alerta contra substâncias prejudiciais à saúde ou irritantes no ponto de indicação. O contato com substâncias inalantes prejudiciais à saúde ou irritantes pode causar ferimentos ou danos à saúde.



Alerta contra substâncias tóxicas no ponto de indicação. O contato com substâncias inalantes tóxicas pode causar ferimentos ou danos à saúde.

SIMBOLOGIA DE PROIBIÇÃO



Proibido fontes de ignição ou propagação de chamas. Fontes de ignição devem ser mantidas distantes e não devem ser geradas.



Não fume. É proibido fumar.

SIMBOLOGIA DE OBRIGATORIEDADE



Use proteção para os olhos. Proteção para os olhos: Use óculos de proteção ou proteção facial.



Use proteção para as mãos. Devem ser usadas luvas protetoras contra perigos mecânicos e químicos.



Use proteção respiratória. Os aparelhos de respiração devem ser adequados para o fluido de trabalho usado.

O aparelho de respiração deve consistir de:

- Pelo menos dois dispositivos respiratórios independentes (aparelho de respiração autônoma);
- Para amônia: um aparelho de respiração adicional com filtro (máscara total) ou um aparelho de respiração independente (autônomo);



Use roupa protetora. As roupas protetoras individuais devem ser adequadas para o fluido de trabalho usado e para baixas temperaturas, e ter boas propriedades de isolamento do calor.



Ativar antes do trabalho. Ative o sistema elétrico e proteja contra nova comutação antes de ligar a instalação, realizar trabalhos de manutenção e reparos.

EMERGÊNCIAS

Perigo de ferimentos e danos à propriedade.

O equipamento poderá conter amônia como líquido refrigerante (NH₃).

A amônia é uma substância potencialmente explosiva e com risco de incêndio. Se transportadas de forma não intencional nos resíduos de óleo e transportadas de forma não intencional no refrigerante, ela pode entrar em combustão. Uma explosão pode causar graves ferimentos e perda de membros.

A amônia é um gás corrosivo, tóxico e irritante. Uma concentração de amônia de 0,2 vol% (20ppm) no ar ambiente ou uma longa permanência em um ar ambiente contendo amônia pode ser uma ameaça à vida ou fatal.

Medidas e procedimentos de segurança.

- Com grandes fugas de refrigerante inesperadas,
- Deixe a sala de operação imediatamente e ative o comutador de PARADA de emergência em um lugar seguro;
- Ative o dispositivo de alarme de refrigerante (concentração de refrigerante);
- Tenha pessoal experiente, treinado com roupas protetoras prescritas para realizar todas as medidas de proteção e outras medidas necessárias;
- Use proteção respiratória;
- Use um aparelho de respiração que não dependa do ar da sala durante o trabalho de manutenção com altas concentrações de refrigerante no ar da sala;
- Verifique se a sala de operação está bem ventilada;
- Desvie o vapor e o líquido de refrigerante que escaparem com segurança;

Instruções sobre como tratar de ferimentos:

- Chame um médico de emergência imediatamente
- Alguns refrigerantes podem causar ferimentos corrosivos na pele e nos olhos;
- A vítima deve manter o aparelho de respiração até aviso em contrário, a fim de evitar a inalação de vapores da vestimenta contaminada com amônia;
- Lave a vítima de cinco a quinze minutos com água.
- Remova a vestimenta cuidadosamente durante o banho.
- O banho deve ser com água morna tanto quanto possível, a fim de evitar um choque térmico.
- Se disponível, use um chuveiro de emergência; do contrário, use uma mangueira de água.

OBSERVAÇÕES DE EMERGÊNCIAS

O equipamento deve ser colocado em funcionamento, operado, receber manutenção e reparos por pessoal treinado, experiente e qualificado.

As pessoas que são responsáveis pela operação, manutenção, reparos e avaliação dos sistemas e seus componentes devem ter o treinamento e possuir conhecimento especializado necessário para que o seu trabalho seja qualificado.

Qualificado ou especializado significa a capacidade de realizar, de forma satisfatória, as atividades necessárias para a operação, manutenção, reparos e avaliação dos sistemas de refrigeração e seus componentes;

O equipamento poderá ser operado por pessoal operacional que não tenha conhecimento e experiência específica de engenharia de refrigeração, com relação ao modo de operação, a operação e o monitoramento diário deste sistema.

Este pessoal operacional não poderá fazer nenhuma intervenção ou configuração no sistema;

Alterações na unidade com as quais o fabricante tenha autorizado primeiro por escrito, só poderão ser realizadas pelo pessoal treinado e qualificado.

CONDICIONAMENTO OPERACIONAL

O equipamento é um componente de um sistema de refrigeração.

O objetivo destas instruções de operação, como parte do manual de instruções de operação (do qual fazem parte estas instruções de operação), é reduzir ao mínimo os perigos às pessoas, à propriedade e ao meio ambiente da unidade, e do fluido de trabalho usado.

Estes perigos são relacionados essencialmente às propriedades físicas e químicas do fluido de trabalho e com as pressões e temperaturas que ocorrem nos componentes que transportam o fluido de trabalho no equipamento.

Para conhecimento dos perigos residuais dos refrigerantes é impreterível o conhecimento das FISPQ dos compostos (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) fornecidas pelos fabricantes de refrigerante;

- O equipamento deve ser usado somente de acordo com o uso pretendido adequado. O operador deve se certificar de que, ao operar, monitorar e realizar manutenção no sistema, o fluido de trabalho não deverá se desviar dos dados especificados nos documentos de projeto relacionados ao pedido;
- O operador deve verificar se as medidas de manutenção estão sendo realizadas de acordo com o manual de instruções de operação do sistema;

• Não ultrapasse a PMTA informada na placa de identificação e especificada nos documentos de projeto relacionados ao pedido.

Os Vasos de Pressão destinam-se à instalação em sistemas de refrigeração, tais como em indústrias frigoríficas, abatedouros, indústria alimentícia, bebidas, indústria de energia, e demais aplicações.

A unidade é entregue para operação com um ponto específico de operação:

- Temperatura / pressão;
- Vazão mássica de gás / vazão volumétrica de líquido;
- Capacidade térmica.

Você encontrará os parâmetros e o modelo exato do seu equipamento nos documentos de projeto relacionados ao PRONTUÁRIO DO VASO DE PRESSÃO ou na reconstituição do documento.

OPERAÇÃO INADEQUADA

Fluidos de trabalho e suas combinações com água e outras substâncias nos componentes que transportam o fluido de trabalho têm efeitos químicos e físicos no interior dos materiais que os rodeiam.

A unidade só deverá ser pressurizada com o composto definido nos documentos de projeto relacionados ao pedido. A pressurização da unidade com outro fluido de trabalho poderá resultar em:

- Materiais estruturais e de soldagem usados não resistirão às tensões mecânicas, térmicas e químicas previsíveis, e a pressão que poderá ocorrer durante a operação e ao ser desligada será elevada demais;
- Os materiais, espessura da parede, resistência à tração, resistência à corrosão, processo e testes são adequados para o fluido de trabalho e não resistem à possíveis variações de pressões e tensões que podem ocorrer;
- O equipamento não resistirá a outros fluidos de trabalho e às outras misturas de fluidos de trabalho. Com exceção que tenha sido autorizado pela equipe técnica do fabricante ou PLH responsável pela análise de integridade física do vaso de pressão;
- O equipamento não permanecerá estanque durante a operação e quando for desligado;
- Uma possível fuga repentina de fluido de trabalho que poderia colocar pessoas e/ou propriedades e/ou o meio ambiente em risco.

A PMTA especificada na placa de identificação e na documentação de projeto relacionado ao pedido não deverá ser ultrapassada! Caso a pressão de trabalho for ultrapassada:

1. Os materiais estruturais e de soldagem usados não resistirão às tensões mecânicas, térmicas e químicas previsíveis, e a pressão que poderá ocorrer durante a operação e ao ser desligada;
2. O equipamento não permanecerá estanque durante a operação e quando for desligado.
3. Poderá haver uma fuga repentina de fluidos de trabalho após uma ruptura ou vazamento nos componentes que transportam o fluido de trabalho, que poderá resultar nos riscos abaixo:
 - Perigo de fuga de materiais;
 - Perigo de envenenamento;
 - Risco de incêndio;

- Risco de explosão;
- Risco de queimaduras por produtos químicos;
- Risco de sufocamento;
- Riscos causados por reações de pânico;
- Poluição do meio ambiente.

PERIGOS TÉRMICOS RESIDUAIS

Perigo de queimaduras

Alerta contra superfícies quentes

Durante um serviço elétrico, a serpentina do trocador de calor da unidade, a tubulação (gás quente) e alguma partes do equipamento têm temperaturas acima de +45 °C.

O contato pode causar queimaduras.

Use proteção para as mãos

PERIGOS RESIDUAIS COM REFRIGERANTE

Estes perigos são relacionados essencialmente às propriedades físicas e químicas do fluido de trabalho e com as pressões e temperaturas que ocorrem nos componentes que transportam o fluido de trabalho no equipamento.

Para conhecimento dos perigos residuais dos refrigerantes é impreterível o conhecimento das FISPQ dos compostos (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) fornecidas pelos fabricantes de refrigerante.

Segurança de Elementos Refrigerantes

Apesar de refrigerantes halogenados serem classificados como seguros, certas precauções devem ser tomadas quando manuseá-los.

O fluido refrigerante pode ser prejudicial se inalado. Quando liberado na atmosfera no estado líquido, o fluido evapora rapidamente, congelando tudo o que ele tocar.

Fluidos refrigerantes devem ser usados e recuperados com responsabilidade.

O não cumprimento deste aviso pode resultar em ferimento ou morte.

“PERIGO Amônia Anidra (NH₃) ”

Deve-se tomar um cuidado especial quando pessoas estão trabalhando com ou expostas à amônia.

A amônia é considerada um alto risco à saúde por ser corrosiva em contato com a pele, os olhos, e os pulmões.

A exposição a 300 ppm é imediatamente prejudicial à vida e a saúde.

A amônia é também inflamável em concentrações de aproximadamente 15% a 28% por volume no ar.

Quando misturada com óleos lubrificantes, sua taxa de concentração inflamável é aumentada.

Ela pode explodir se liberada em um local fechado com uma fonte de ignição presente, ou se um recipiente contendo amônia for exposto ao fogo.

Deve-se usar EPIs o tempo todo quando se trabalha com amônia.

Para sistemas que tem uma carga de operação maior que 4,5 kg, é obrigatório um programa de gerenciamento de segurança.

Mais informações sobre este assunto estão disponíveis na OSHA (Administração de Segurança e Saúde Ocupacional).

VASO DE PRESSÃO (DISTRIBUIDOR DE LIQUIDO)

O objetivo deste guia de referência é apresentar recomendações de projeto para garantir a operação segura, critérios mínimos de segurança e manutenção para um sistema de refrigeração por amônia.

A serem aplicados pelas equipes de comissionamento, operação e manutenção do sistema, este guia abrange os aspectos de segurança a serem considerados, desde o período de comissionamento e “Start-Up” da instalação até as várias operações de campo, incluindo serviços de manutenção, revisões e inspeções periódicas dos vários componentes.

Este documento não tem função de norma nem substitui as obrigações necessárias requeridas por autoridades locais, estaduais ou federais quanto aos aspectos de segurança a serem cumpridos para obtenção de licenças de instalação e/ou funcionamento de um sistema de refrigeração por amônia.

Vasos de pressão Códigos e Normas Aplicáveis

Códigos e Normas aplicáveis

Os sistemas de refrigeração por amônia, possuem códigos e normas aplicáveis, nacionais e internacionais, como referência.

A seguir, os principais documentos disponíveis, relacionados à aplicação de amônia em sistemas refrigeração.

Normas Nacionais e Internacionais Normas Brasileiras:

NR-13 – 2025 – Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento – Normas Regulamentadoras da Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho – Ministério do Trabalho – Lei nr. 6514 – 22/12/1977;

Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos – CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - 13/08/2003;

NBR 13598 - Vasos de Pressão para Refrigeração – ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – 04/1996.

Normas Internacionais

ANSI/ASHRAE Standard 15-2007 - Safety Code for Mechanical Refrigeration - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers;

ANSI/IIAR 2-2008 - Equipment, Design & Installation of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems – International Institute of Ammonia Refrigeration;

EN 378 Part 1-4 - 2008: Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements – European Committee for Standardisation.

ISO 5149:1993 – Mechanical Refrigerating Systems used for Cooling and Heating – Safety Requirements – International Organization for Standardization;

ANSI/ASME Refrigeration Piping and Heat B31.5 - 2006 – Transfer Components – American Society of Mechanical Engineers; AVISO 25

ANSI/IIAR Standard 3-2005: Ammonia Refrigeration Valves.

Código ASME para Dimensionamento de Vasos de Pressão;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section VIII - Div. 1 - Rules for Construction of Pressure Vessels – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section II - Materials - Part A – Ferrous Material Specifications – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section II - Materials - Part C – Specifications for Welding Rods Electrodes and Filler Metals – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section II - Materials - Part D – Properties – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section V – Nondestructive Examination – American Society of Mechanical Engineers;

ASME – Pressure Vessel Code – 2007 – Section IX – Welding and Brazing Qualifications – American Society of Mechanical Engineers.

Refrigeração Em geral, define-se refrigeração como o processo de redução de temperatura de um corpo.

O surgimento de sistemas de refrigeração tornou-se essencial para o desenvolvimento da sociedade como a conhecemos, e fundamental para diversos segmentos da indústria, como a indústria alimentícia em geral, os frigoríficos, a indústria de pescado, as fábricas de gelo, os laticínios e a indústria de bebidas. Um dos principais fluidos utilizados na refrigeração é a amônia, cujo sistemas de refrigeração consistem de uma série de vasos e tubulações interconectados, que comprimem e bombeiam o refrigerante para um ou mais ambientes, com a finalidade de resfriá-los ou congelá-los a uma temperatura específica.

CARACTERISTICAS DA AMONIA ANIDRA R717

Características da amônia (NH₃ - R-717), na CNTP (Condição Normal de Temperatura e Pressão) se apresenta como um gás incolor, mais leve que o ar (apenas 9 gases na atmosfera são mais leves que o ar, sendo a amônia o quinto na lista) e possui um odor muito forte, que é facilmente perceptível, mesmo em concentrações muito pequenas (desde 5 ppm). amônia é um gás produzido naturalmente no processo biológico e é parte importante do ciclo do nitrogênio na terra.

O volume de amônia produzido pelo homem é equivalente a apenas 3% da quantidade total presente na natureza e o volume utilizado para sistemas de refrigeração é de cerca 0.5% do total produzido pelo homem.

Além disso, a amônia é altamente solúvel em água formando uma solução conhecida como Hidróxido de Amônio, ou no Brasil, amoníaco, (NH₄OH), normalmente utilizado em limpeza doméstica.

Comercialmente a amônia é produzida a partir da combinação de nitrogênio livre com hidrogênio a alta pressão e alta temperatura, na presença de um catalisador.

A amônia anidra requerida para os sistemas de refrigeração deve possuir um grau de pureza de 99.95%, com uma concentração de água de 33 ppm máx.

Propriedades Termo-Físicas da amônia

Impacto ao meio-ambiente

Amônia não destrói a camada de ozônio (ODP= 0) e, por ter um tempo de vida muito curto na atmosfera (máximo 15 dias), também não contribui para o efeito estufa (GWP=0).

Devido às suas excelentes propriedades termodinâmicas, a amônia requer menos energia primária para produzir uma certa capacidade de refrigeração do que quase todos os outros refrigerantes, de forma que o efeito indireto do aquecimento global, também é um dos mais baixos disponíveis.

Inflamabilidade

A amônia é considerada um fluido inflamável, porém em uma faixa muito restrita.

Os limites de inflamabilidade da amônia na pressão atmosférica são 15-16% (Limite Inferior de Inflamabilidade - LII) e 25-28% (Limite Superior de Inflamabilidade - LSI) em Inferior de Inflamabilidade - LII) e 25-28% (Limite Superior de Inflamabilidade - LSI) em volume no ar, com ponto de ignição de 651°C.

Esses limites associados ao baixo calor de combustão, reduzem em muito o potencial de inflamabilidade da amônia. Conforme o ANSI/ASHRAE 34-2007 [12] a amônia é classificada como um fluido do Grupo B2 (alta toxicidade e baixa inflamabilidade).

O potencial de inflamabilidade da mistura amônia-ar é influenciado por uma série de fatores tais como, pressão, temperatura, turbulência da mistura, potência da fonte de ignição e a presença de vapor de água, óleo ou de outros componentes. Uma característica importante das misturas inflamáveis é a velocidade da chama, que pode ser classificada como subsônica ou supersônica.

A propagação de uma chama em velocidade subsônica resultará em uma deflagração. Uma das características da deflagração é que a sobrepressão gerada pelo evento é relativamente baixa (a relação entre a pressão final e a pressão inicial é ligeiramente maior que 1.0, diferente da detonação, que pode gerar uma relação de pressão da ordem de 40.0). Apesar da sobre pressão gerada por uma deflagração ser baixa, estas podem causar danos às estruturas dos prédios e aos equipamentos ao redor (no caso de detonação certamente que os danos são devastadores).

Os eventos de deflagração são caracterizados por um nível de energia significativamente baixo quando da ignição da mistura inflamável.

Toxicidade

A amônia na fase gasosa ou líquida é um produto extremamente irritante.

O odor agressivo provocado pela amônia é uma característica significativa.

Devido à grande facilidade em se dissolver na água, a amônia acaba se impregnando na pele, na mucosa das narinas, na garganta e nos olhos. Isto provoca uma irritação muito forte e por reflexo condicionado os olhos se fecham e fica difícil a respiração.

Em concentrações mais altas ocorre um efeito corrosivo na mucosa das narinas provocando além da dificuldade da respiração, dor no peito, tosse e dispneia.

Em concentrações muito altas, pode provocar parada respiratória e, mesmo depois de horas da exposição, pode ocorrer edema pulmonar.

Mas se logo após os sintomas desaparecem (tosse, dor no peito) isto indica que não há maiores riscos.

A NR-15 , estabelece que o valor Limite de Tolerância de exposição de um trabalhador a um ambiente contaminado com amônia, durante uma jornada de trabalho semanal de 48 horas, é de apenas 20 ppm em volume no ar.

Os valores limites na maioria dos outros países está entre 25-35 ppm (40 horas) e um limite máximo de exposição 35-50 ppm por 15 minutos durante a jornada de trabalho.

O valor estabelecido como limite de risco de vida imediato, de qualquer pessoa exposta a um ambiente com amônia por mais de 30 minutos, é de 500 ppm.

Amônia líquida ou o gás a baixa temperatura podem causar fortes queimaduras na pele caso não haja nenhuma proteção.

Também a solução aqua-amônia pode provocar queimaduras devido ao pH alto da solução.

Portanto, após uma purga de amônia em um tanque com água, deve-se tomar muito cuidado com o esvaziamento do mesmo.

Normalmente seu odor característico e desagradável propicia amplo aviso antes que qualquer condição perigosa exista.

Pode ser detectada pelo olfato humano já a partir de 10 ppm, mas os operadores de plantas acabam se acostumando com concentrações de até 100 ppm sem efeitos desagradáveis

Reatividade

O cobre e todas as suas ligas, zinco e cádmio são prontamente atacadas pela amônia.

A amônia, causa grave corrosão sob tensão no cobre e em todas as ligas a base de cobre, que devem, portanto, ser evitadas para o contato com qualquer fluido contendo mesmo ínfimas quantidades de amônia.

A amônia anidra também pode causar corrosão sob tensão no aço-carbono, portanto, é requerido o uso de chapas de aço carbono adequadas para sistemas de refrigeração com amônia.

Em qualquer caso, a contaminação com ar, óleos, dióxido de carbono, etc, agrava sensivelmente o problema; em compensação, a adição de pequena quantidade de água inibe a corrosão sob tensão.

De acordo com o ANSI/ASME Standard B31.5 - 2006, é proibido o uso de tubos com costura em sistemas de refrigeração com amônia, incluindo toda tubulação e serpentinas ou tubos de trocadores de calor.

O Teflon, a Buna N, o Neoprene e as Borrachas Butílicas e Nitrílicas são polímeros aceitáveis para serviços com amônia, particularmente como vedação. Resinas de poliéster, borrachas polisulfonadas, viton, e resinas fenólicas não devem ser usadas.

PVC não plastificado é aceitável, mas com temperaturas inferiores a 0°C se torna quebradiço.

SEGURANÇA OPERACIONAL DO VASOS DE PRESSÃO

Segurança

Antes de iniciar qualquer procedimento é necessário que a equipe tenha total conhecimento das medidas de segurança cabíveis. Abaixo serão indicados, de forma orientativa, alguns pontos que exigem atenção, lembrando que qualquer procedimento de segurança deverá seguir as normas vigentes.

Precauções para manuseio de amônia EPIs - Equipamentos de Proteção Individual - não substituem condições seguras de trabalho, mas certas operações podem exigir alguma proteção mínima, enquanto que situações de emergência demandarão um alto grau de proteção pessoal.

Qualquer pessoa que eventualmente tenha que usar estes equipamentos deve estar totalmente treinada e conhecer suas limitações.

A seguir algumas recomendações sobre o uso de EPIs e precauções em operações de manuseio com amônia:

- Óculos ampla-visão e luvas, de Neoprene ou borracha, são os equipamentos mínimos a serem usados por qualquer pessoa trabalhando numa planta aberta, em condições normais;
- Para as operações de drenagem de óleo, purgas, retirada de amostras, deve-se proteger o corpo contra respingos e projeções, botas de borracha, luvas e, além disso, usar máscara panorâmica para proteção respiratória. Em alguns casos será necessário o uso de avental de PVC ou borracha clorobutílica;
- Use, sempre que for trabalhar com amônia, máscaras com o filtro apropriado e dentro do prazo de validade;
- O local de trabalho deverá ter ventilação adequada;
- Saiba onde se encontram os sistemas de respiração autônoma e como usá-los. No caso de uma emergência, deve-se usar equipamento de respiração autônoma, que proporciona a proteção total necessária numa manobra de resgate ou controle de situações críticas;
- Ao mais leve cheiro de amônia, coloque máscara e procure o vazamento, avisando a manutenção e interditando a área;
- Evitar que pessoas com doenças na visão e/ou pulmões transitem pela área e muito menos trabalhem neste local;
- Quando houver amônia líquida em tubulações ou vasos, esta deverá ser totalmente evaporada antes de qualquer serviço nestes itens, deixando a área livre e demarcada durante a operação;
- O supervisor de segurança deverá autorizar os serviços de manutenção mediante uma permissão para trabalho;
- Manter quaisquer outros compostos gasosos afastados da amônia, tais como Cloro, GLP, ácidos, etc.

Tratamento de primeiros socorros

É importante que em todos os atendimentos os socorristas estejam usando proteção respiratória adequada e removam a vítima do local para uma área livre e descontaminada mais próxima possível, e solicitem imediatamente a assistência médica e ambulância.

No caso do produto ter atingido os olhos a rapidez será vital. Os olhos devem ser lavados com solução lava-olhos ou água durante no mínimo 10 minutos.

Se não houver serviços médicos disponíveis a lavagem deve continuar por mais 20 minutos.

No caso do produto ter atingido a pele, as roupas que tiverem entrado em contato com o produto devem ser removidas e as partes do corpo atingidas devem ser lavadas abundantemente.

No caso de inalação de vapores, o acidentado deve ser colocado diretamente no solo para um possível tratamento de respiração artificial e/ ou massagens cardíacas.

Caso a respiração esteja difícil, aplicar oxigênio com aparelho de respiração controlada. Se a vítima parou de respirar, aplicar respiração artificial.

No caso de parada cardíaca, aplicar massagem cardíaca externa.

No caso de ingestão, forneça grandes quantidades de água para beber se a vítima ainda estiver consciente.

Não induza o vômito.

Um tratamento sintomático e de fortalecimento geral será necessário após a fase crítica da intoxicação.

As consequências de uma intoxicação com amônia não ultrapassam normalmente mais do que 72 horas, mas as lesões oculares poderão ser permanentes.

Se a exposição for severa, o paciente deverá ser mantido em observação médica por no mínimo 48 horas, uma vez que existe a possibilidade de edema pulmonar retardado.

Vasos de Pressão- controle de pressão

Todos os vasos de pressão e trocadores de calor deverão possuir suas respectivas plaquetas de identificação conforme os requisitos da NR-13 e do ASME Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.

Os vasos de pressão, assim como a tubulação de interligação, deverão operar dentro dos limites de pressão e temperatura como especificados nas respectivas plaquetas de identificação.

Todo vaso de pressão deve possuir conexão específica para instalação de dispositivo de alívio de pressão, conforme definido pela NR-13 e dimensionado conforme Seção 9.7 e Anexo A da NBR 16069 ou Appendix H do ANSI/ASHRAE 15-2007.

As plaquetas de identificação deverão ser em AISI 304 e em caso de componentes com isolamento térmico, não devem ficar encobertas pelo isolamento.

Caso alguma plaqueta de identificação esteja encoberta pelo isolamento térmico (ou por pintura), este deve ser removido e reparado de modo que a plaqueta esteja sempre acessível à verificação.

Caso o vaso de pressão apresente sinais de corrosão além da corrosão superficial, o equipamento deverá ser inspecionado quanto à diminuição de espessura de chapa devido à corrosão, por um profissional qualificado, conforme requerido pela NR-13.

Qualquer alteração física em vasos de pressão deverá ser documentada no prontuário do equipamento, conforme requerido pela NR-13. Neste caso deverá ser ainda realizado novo teste de pressão do equipamento, assim como os demais ensaios requeridos aplicáveis.

Indicadores de nível de líquido em vidro

Todos os indicadores de nível de líquido utilizados para visualização do nível de fluido frigorífico em vasos de pressão deverão ser instalados em locais onde não sejam expostos a possíveis avarias devido a choques de veículos em trânsito (ex. empilhadeiras, caminhões).

Os indicadores de nível de líquido deverão possuir corpo blindado e vidros antirreflexivos, conforme a NBR 16069 (Item 9.11.2) e o EN 378-2 2000 (Item 6.2.7.3), com válvulas de bloqueio, com sistema interno de retenção de vazamento em caso de ruptura do vidro.

Indicadores de nível do tipo tubo de vidro não devem ser utilizados.

Os indicadores de nível deverão ser adequados à faixa de variação de nível de líquido para todas as condições de operação dos seus respectivos equipamentos (desde abaixo do nível mínimo e até acima do nível de alarme máximo).

Tubulação

A tubulação de amônia e seus acessórios deverão ser instalados conforme requerido no ANSI/IIAR 2-2008 - Section 10.

Todos os elementos de aperto (ex.: parafusos e porcas de flanges e tampas) sujeitos a pressão deverão ser periodicamente inspecionados quanto ao torque

de aperto adequado. Todos reparos em juntas deverão ser anotados no livro de registros de manutenção e reparos.

- Todo encaminhamento da tubulação em uma determinada instalação deverá ser inspecionado periodicamente para certificação de que não haja trechos expostos a possíveis avarias devido a choques de veículos em trânsito (ex. empilhadeiras, caminhões).
- Todas as tubulações não isoladas devem ser inspecionadas periodicamente quanto a sinais de corrosão. Caso haja corrosão, o trecho de tubo deverá ser limpo até a superfície do metal de modo a se eliminar toda corrosão. Em seguida o tubo deve ser novamente pintado com pintura adequada, com revestimento anticorrosivo. Caso a corrosão seja intensa, o trecho de tubo deve ser substituído.
- Em toda tubulação com isolamento térmico que apresente sinais de falha na barreira de vapor, o isolamento térmico deverá ser removido para inspeção da tubulação. O tratamento deve ser o mesmo do parágrafo anterior.
- Toda tubulação de amônia deve ser marcada e sinalizada de maneira apropriada para indicar a utilidade (ou aplicação) de determinado trecho de tubulação, e setas indicadoras do sentido de fluxo. Como sugestão, recomenda-se o IIR Bulletin 114- 1991: Guidelines for Identification of Ammonia Refrigeration Piping and System Components. 6.3 Dispositivos de alívio de pressão
- Todo vaso de pressão (incluindo os vasos principais, vasos acumuladores para dreno de óleo, e demais vasos auxiliares do sistema de amônia) deverá ter instalado pelo menos uma válvula de alívio de pressão (simples ou dupla) ou outro dispositivo de alívio de pressão aplicável, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069 (Seção 9.7).
- Não poderá haver nenhuma válvula de bloqueio instalada entre a válvula de alívio de pressão e a(s) parte(s) do sistema por ela protegida, exceto quando houver uma válvula de alívio de pressão dupla e uma válvula de 3-Vias em “manifold” de forma tal que uma das válvulas esteja sempre conectada à parte protegida, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069 (Seção 9.7).

A válvula de 3-Vias deve ser mantida na condição de totalmente aberta como procedimento normal de operação.

- Toda válvula de alívio de pressão deve ser ajustada de forma tal que a pressão inicial de abertura da válvula não ultrapasse a pressão de projeto da(s) parte(s) por ela protegida, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069(Seção 9.7).
- Toda válvula de alívio de pressão deve ser ajustada e lacrada pelo fabricante da válvula e marcada com uma plaqueta de identificação, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069 (Seção 9.7).

- Os dispositivos de alívio de pressão deverão ser conectados às respectivas linhas de descarga, conforme o ANSI/ASHRAE 15-2007 (Appendix H), a NBR 16069 (Anexo A) ou a Sec. 11.3 do ANSI/IIAR 2-2008, tendo em conta o dimensionamento adequado das linhas, a suportaçã das linhas e o local adequado para a descarga na atmosfera.
- Nenhuma válvula de alívio de pressão deverá ser instalada em ambientes refrigerados a menos que as devidas precauções sejam tomadas a fim de evitar a migração de umidade para dentro do corpo da válvula ou da linha de descarga.
- As válvulas de alívio de pressão deverão ser recalibradas ou substituídas periodicamente, conforme requerido na NR-13, quando da ocasião do Exame Interno do Vaso de Pressão (intervalo variável em função das características do vaso e das condições de operação).

Requisitos gerais de segurança

Todos os instrumentos deverão ser apropriados para operar com amônia, com fundo de escala, precisão e resolução adequada à faixa de operação do local ou equipamentos onde estiverem instalados.

Os mesmos deverão ser recalibrados ou substituídos periodicamente.

Instrumentos fora de escala, descalibrados ou inoperantes deverão ser substituídos.

Acumuladores de sucção, separadores de líquido, resfriadores intermediários deverão ser equipados com proteção contra nível alto de amônia líquida, que deve emitir um alarme de nível alto e, quando prático, deve atuar no desligamento parcial ou total dos respectivos compressores a fim de se evitar arraste de líquido para os compressores.

As válvulas de bloqueio principais do sistema; as válvulas de bloqueio das linhas de degelo por gás quente e as válvulas de bloqueio principais das bombas de amônia devem ser claramente identificadas, com sinais proeminentes de identificação e de fácil acesso.

Formação de gelo (externa) pode ser perigosa à tubulação de amônia ou a outros componentes do sistema. Esta deve ser removida e as condições que a causaram devem ser corrigidas.

Ruídos anormais e/ou vibrações de tubulação, ventiladores, bombas, pressostatos de proteção das bombas e efeito de “surge” na tubulação devem ser investigados e corrigidos/ eliminados.

Uma estação de lava olhos e chuveiro do tipo dilúvio devem ser localizadas na área externa mais próxima de cada porta de saída da sala de maquinas.

Uma estação adicional deve ser instalada dentro da sala de máquinas, com fácil acesso.

Nunca se deve manter um cilindro de carga de amônia conectado (mesmo que temporariamente) ao sistema, a não ser quando houver operação específica de carga de amônia e esta conduzida por pessoal qualificado, conforme requerido na Section 15.2 do ANSI/IIAR 2-2008.

Registros e Documentação

- A documentação relevante do sistema deve ser mantida pelo usuário em lugar seguro e disponíveis para verificação de detalhes relativos ao projeto, instalação, manutenção e operação do sistema.
- A documentação de projeto de um sistema de refrigeração deve incluir pelo menos os seguintes documentos atualizados:
 - Fluxograma de engenharia da instalação;
 - Descritivo operacional do sistema de refrigeração;
 - Folhas de dados de operação nas condições de projeto dos principais componentes (compressores, condensadores, evaporadores, separadores de líquido, recipientes de líquido, resfriadores intermediários, economisers, bombas de amônia, etc.);
 - Manuais de operação e manutenção dos principais componentes e elementos de controle; • Esquemas elétricos dos equipamentos e da instalação;
 - Fluxograma do circuito de distribuição de ar do sistema de ventilação;
 - Fluxograma e “layout” do sistema de detecção de vazamento de amônia;
 - Prontuário dos vasos de pressão, conforme requerido pela NR-13; • Descritivo das lógicas do sistema de automação (quando aplicável);
 - “Data-Book” do Sistema e principais componentes incluindo os relatórios dos testes de pressão e dos demais resultados dos testes realizados durante o comissionamento do sistema, até o “Start-Up”. Deverá ser utilizado um livro de registros de manutenção e reparos realizados no sistema de refrigeração com o registro de todas as ocorrências.

Deverá haver um registro de dados da quantidade de amônia adicionada ao sistema e da quantidade de óleo lubrificante adicionado e removido em cada compressor do sistema.

Recomenda-se que sempre estejam disponíveis as seguintes informações sobre o sistema de refrigeração:

- Nome e endereço para contato do instalador e/ou principais fornecedores;
- Inventário atual de amônia no sistema;
- Tipo e marca do óleo lubrificante e a carga atual;
- Registros dos testes de pressão aplicados ao sistema e aos equipamentos.

Recomenda-se ainda a utilização de quadros com instruções de emergência e com os telefones para contato com a equipe de brigada de emergência, corpo de bombeiros local, polícia e hospitais locais.

Deverá ser elaborado um plano de evacuação apropriado, com rotas de fuga claramente identificadas e pessoas responsáveis para a ativação do plano.

RECOMENDAÇÕES DE SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO POR AMÔNIA

Responsabilidades do operador do Sistema

Este capítulo trata da capacitação e das qualificações mínimas necessárias ao operador do sistema e tem como base o Bulletin R1 - 1983:

A Guide to Good Practices for the Operation of an Ammonia Refrigeration System

Deve-se enfatizar que é essencial um treinamento específico, com programa de reciclagem educacional contínua, para se manter uma equipe de operação capacitada e para garantia da operação segura do sistema.

Conhecimento Básico Inicialmente, para operação de um sistema de refrigeração por amônia, é necessário um conhecimento pleno dos fundamentos básicos de refrigeração, incluindo as características do ciclo de compressão à vapor, as relações pressão x temperatura do fluido refrigerante, as funções e características principais dos componentes do sistema de refrigeração e os aspectos envolvendo a sua segurança.

Não significa que o operador saiba como projetar um sistema, mas precisa ter conhecimento suficiente dos vários aspectos do mesmo, principalmente sobre o sistema no qual ele opera.

O Operador deve:

- Operar o sistema de maneira segura, conforme os requisitos de projeto e dentro das faixas limites de operação normal;
- Conhecer a função e operação de cada componente do sistema;
- Entender a operação combinada entre os vários componentes do sistema.

O operador deve estar familiarizado com os seguintes componentes e operação:

Válvulas de Controle Automático

A função básica das válvulas de controle é de regular automaticamente a pressão, temperatura, nível ou vazão de injeção de fluido refrigerante nos vários componentes do sistema.

É importante saber:

- O funcionamento da válvula (princípio de operação e condições);
- Qual a função de regulagem da válvula;

Quais os ajustes da válvula e como ajustá-la para determinada condição de operação e controle;

- O que acontece com o sistema quando a válvula abre ou fecha;
- O que acontece com o sistema quando a válvula é isolada do restante do sistema ou quando há um “bypass” manual;
- O que acontece com a válvula e o sistema quando há uma falha de energia.

O que acontece quando a válvula é re-energizada.

Válvulas de Bloqueio

Estas válvulas são instaladas no sistema com a função de isolar certos componentes do restante do sistema ou de bloquear/parar o fluxo de fluido refrigerante.

Elas podem ser operadas manualmente, ou através de comando elétrico, pneumático e até através de piloto pelo fluido refrigerante pressurizado.

É importante saber:

- Onde cada válvula de bloqueio está localizada no sistema;
- O que acontece com o sistema quando se abre ou fecha a válvula;
- Qual a posição normal de operação da válvula (normalmente aberta ou normalmente fechada);
- Como determinar se a válvula está aberta ou fechada (quando não há uma indicação externa evidente).

Válvulas de Alívio de Pressão (Válvula de Segurança)

As válvulas de alívio de pressão tem a função essencial de evitar que haja rupturas devido à pressão excessiva em vasos de pressão, compressores, trocadores de calor, descargas de bombas de amônia e em alguns trechos da tubulação.

Todas as válvulas de segurança precisam ser inspecionadas periodicamente, conforme os requisitos da legislação.

O operador deve saber:

- A localização das válvulas de alívio de pressão no sistema;
- O ponto de ajuste correto de cada válvula de alívio de pressão.

Cada válvula deve ser distintamente identificada e “taguada”;

- Qual componente ou parte do sistema cada válvula foi designada para proteger;

- Qual ação (condição de desvio de operação) deve ocorrer para que a válvula eventualmente venha a atuar.

Controles Elétricos/Eletrônicos

O sistema de refrigeração possui vários componentes de controle elétrico ou eletrônico tais como disjuntores, fusíveis, relés, temporizadores, malhas de controle e várias funções de proteção controladas por sistema computadorizados.

Muitos deles localizados em um painel elétrico, painel microprocessado ou ainda na tela de um sistema de supervisão e gerenciamento do sistema de refrigeração. É responsabilidade do operador conhecer plenamente:

- Qual o propósito de cada controle;
- Qual componente ou parte do sistema cada controle é designado para proteger;
- O que fazer em caso de falha de energia;
- O que acontece com o sistema em um período longo de desligamento;
- Qual a sequência de operação para desligamento completo do sistema;
- Qual a sequência de operação para a entrada em funcionamento do sistema;
- Como aliviar o sistema devido a uma elevação de pressão provocada por uma parada do sistema, durante a uma falha de energia.

Mudanças de Temperatura/Pressão no Sistema

São muitos os fatores que podem afetar as temperaturas e pressões normais de operação do sistema de refrigeração incluindo mau funcionamento mecânico ou elétrico, temperatura ambiente, carga de produto, etc.

É importante saber:

- Quais as condições de projeto e as condições normais de operação do sistema, incluindo temperaturas e pressão de cada regime de operação;
- Quais as causas e efeitos em caso de mudança de temperatura ou pressão:

No lado de baixa pressão do sistema;

Na pressão intermediária do sistema (para sistemas de duplo estágio);

No lado de alta pressão do sistema.

- Em caso de desvio operacional, quais ações serão tomadas de modo a restaurar as condições normais de temperatura e pressão nos vários pontos do sistema.

Recolhimento de Fluido Refrigerante

Um sistema de refrigeração bem projetado inclui a facilidade de se transferir o fluido refrigerante de uma parte para outra do sistema com o propósito de manutenção.

Cada operador deve ser bem treinado para realizar operações de recolhimento e transferência em todas as partes do sistema. Além disso, deve saber:

- Qual ação tomar quando houver uma elevação de pressão no sistema;
- Qual ação tomar em caso de um vazamento não previsto;
- Como realizar as operações de recolhimento no sistema ou manter vácuo nos diferentes componentes do sistema, para realização de reparos.

Manutenção Preventiva

Um dos fatores mais importantes para a operação segura do sistema de refrigeração é o conhecimento do operador com relação à manutenção preventiva dos vários componentes do sistema.

Cada componente requer uma rotina de inspeção, limpeza ou ajuste interno e possivelmente a substituição.

As seguintes operações/ revisões devem ser realizadas periodicamente:

- Controles de Segurança devem ser inspecionados e testados através de operação manual para garantir que os mesmos estão funcionando corretamente. Quando em falha, deverão ser substituídos imediatamente;
- Válvulas de Bloqueio devem ser verificadas quanto à vedação completa através de manobras periódicas de inspeção de cada válvula. O castelo deve estar livre de pintura ou ferrugem e o corpo da válvula livre de vazamento;
- Válvulas de Controle Automático devem ser verificadas através da sua operação manual. Componentes defeituosos tais como bobinas de solenóides, pilotos e as partes internas (mecânicas) devem ser imediatamente substituídas. Filtros de linha antes das válvulas devem ser limpos, especialmente se for verificado alguma perda de capacidade;
- Drenos de Óleo devem ser verificados e o excesso de óleo deve ser removido com a frequência necessária. Se houver um aumento da frequência de drenagem de óleo é um sintoma que há arraste excessivo de óleo dos compressores para o sistema;
- Válvulas de Expansão devem ser verificadas quanto ao ajuste correto. Em caso de válvulas eletrônicas os sensores de pressão e temperaturas deverão ser calibrados periodicamente;

- Manômetros e Termômetros de Campo, Sensores Temperatura e Transdutores de Pressão devem possuir um programa de calibração periódico;
- Visores de Nível devem ser mantidos limpos e desobstruídos. Devem ser protegidos de maneira adequada. Tubos de vidro devem ser evitados e substituídos por visores blindados com proteção externa;
- Controladores de Nível e Sensores de Nível e Alarmes de Nível devem ser inspecionados e testados através de operação manual para garantir que os mesmos estão funcionando corretamente. Quando em falha, deverão ser substituídos imediatamente;
- Bombas de Refrigerante devem ser verificadas quanto ao desempenho através de medições constantes das pressões de sucção e descarga e da corrente dos motores.
- Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva tais como máscaras, luvas, aparelhos autônomos de respiração, lava-olhos, chuveiros e sinalização de emergência devem ser verificados regularmente;
- Procedimentos de Emergência devem ser frequentemente executados em exercícios simulados e revisados pelo menos a cada 2 anos.

Outros itens a serem constantemente inspecionados:

- Tubulação de amônia e suportes da tubulação devem ser inspecionados quanto à vibração.

O isolamento térmico também deve ser verificado em toda sua extensão quanto a danos ou rompimento da barreira de vapor, condensação ou congelamento no revestimento externo;

- Vazamentos: Uma boa instalação de amônia não deve ter vazamentos.

Caso sejam verificados traços de óleo em conexões flangeadas ou próximo a válvulas se perceber o odor de amônia, os mesmos devem ser verificados. É importante uma verificação periódica nos vários pontos sujeitos a vazamentos na instalação;

- Sistemas Hidrônicos devem ser verificados quanto à possibilidade de vazamentos através de análise periódica da qualidade de água se há traços de contaminação com amônia.

Vasos de Pressão

“START-UP” de novas instalações

Aqui será apresentado um resumo dos procedimentos aplicados durante o processo de comissionamento e “Start-Up” para um sistema de refrigeração por amônia e tem como base o Bulletin 110 - 1993:

Guidelines for Start Up, Inspection and Maintenance of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems [10].

Precauções Iniciais

Considera-se inicialmente que a instalação foi projetada corretamente para o propósito do seu desempenho; que toda tubulação de interligação, componentes elétricos e isolamento térmico foram corretamente instalados; que todos os dispositivos de proteção foram testados e ajustados e que estão funcionais; que todo sistema foi submetido ao teste de pressão; e que todos os elementos necessários para o “Start-Up” do sistema foram previamente providenciados.

O supervisor da instalação deve possuir todos os desenhos relevantes do sistema, incluindo o fluxograma de engenharia, os diagramas elétricos e os dados de projeto de operação do sistema, assim como as condições limites de operação.

O engenheiro designado pelo proprietário como Autoridade de Comissionamento deverá possuir toda documentação de qualificação para as atividades de “Start-Up” e deverá conduzir o processo em conjunto com o supervisor da instalação. Antes da primeira carga de amônia no sistema, deverá ser verificado que todos os sistemas de emergência estão funcionais, incluindo rotas de fuga e estações de lavaolhos e chuveiros e que os EPIs (equipamentos de proteção individual) necessários estão disponíveis e de fácil acesso aos profissionais envolvidos.

Todo pessoal das outras áreas da unidade (externos à instalação de refrigeração) deve ser notificado que será realizada a carga de amônia.

O acesso à área deverá ser restrito apenas ao pessoal autorizado e os que não estão envolvidos na operação devem ser mantidos fora da área de risco.

Deverá ser realizada uma inspeção visual sobre toda tubulação, interligação elétrica e condição de abertura das válvulas de bloqueio (conforme sua condição normal de operação) para certificação de que o sistema está pronto para receber a carga de amônia.

Comissionamento da Instalação Elétrica

Qualificação da instalação a ser realizado antes da primeira carga de amônia no sistema. Durante o comissionamento da instalação elétrica, os painéis de controle dos equipamentos deverão ser inspecionados internamente e externamente, para se garantir que todo equipamento e componentes especificados foram corretamente instalados e que todos os disjuntores e

fusíveis dos painéis foram dimensionados corretamente como indicados na especificação.

Antes de energizar qualquer parte do circuito elétrico da instalação, deverá ser conduzido um teste de isolamento de todos os cabos para garantir que não haverá falhas de isolamento.

Recomenda-se a emissão de um certificado do teste.

Para testes dos painéis de controle, todos os fusíveis/ disjuntores dos motores dos equipamentos principais e auxiliares (incluindo motores dos compressores, bombas, ventiladores, etc.) deverão ser retirados de modo a evitar o funcionamento inesperado de algum dos equipamentos.

Com os fusíveis dos motores dos equipamentos removidos, o acoplamento (ou as correias) entre os compressores e seus motores devem ser desconectados e os equipamentos devem ser manualmente rotacionados para se constatar que os mesmos giram livremente.

Em seguida, à medida que os fusíveis são novamente instalados, os motores deverão ser testados um a um, para verificação do sentido correto da rotação.

Deverá ser confirmado o valor de ajuste da proteção térmica de cada motor, tendo como base a corrente nominal do motor.

Para os motores dos compressores, em certos casos, será necessário desativar alguns intertravamentos elétricos para testar o motor.

Neste caso, os intertravamentos desativados deverão ser sinalizados, para serem reativados corretamente após o teste.

Após a verificação do sentido da rotação dos motores, os cabos de alimentação dos motores deverão ser isolados e os motores serão reacoplados.

Os motores serão alinhados com os equipamentos e as proteções dos acoplamentos serão reinstaladas.

Quando finalizados estes testes do circuito elétrico, todas as proteções elétricas de desligamento (dos motores) deverão ser inspecionadas para se garantir que os valores de ajuste estão de acordo com os valores requeridos nas especificações.

Finalmente, deverão ser testados os intertravamentos elétricos dos diversos elementos de controle e proteções (tais como, bóias de nível com contato elétrico, pressostatos, termostatos, sensores de fluxo, etc.) para certificação que os contatos elétricos estão atuantes sobre os motores dos respectivos equipamentos.

Todos os resultados dos testes devem ser registrados e anexados ao relatório final do comissionamento da instalação elétrica.

Teste de Estanqueidade de Sistema

Após a finalização da instalação e antes da aplicação do isolamento térmico, o sistema de refrigeração deve ser testado para certificação da estanqueidade ou de eventuais vazamentos.

Todas as partes do sistema que não foram testadas previamente (em fábrica ou no campo) deverão ser pressurizadas conforme as pressões de projeto requeridas (considerando os valores específicos para o lado de alta e o lado de baixa pressão).

Todos os vazamentos detectados deverão ser reparados e o material ou as partes defeituosas deverão ser substituídas.

Não se deve utilizar Oxigênio ou qualquer gás combustível ou mistura combustível para a pressurização.

Dióxido de carbono (CO₂) ou fluidos halogenados (HFCs, HCFCs, CFCs) não podem ser utilizados como gases para pressurização em sistemas com amônia.

Recomenda-se a utilização de Nitrogênio seco ou ar seco como gás de pressurização para o teste de estanqueidade.

A seguir os procedimentos mínimos recomendados para o teste:

Preparação

Os seguintes componentes deverão ser fechados, bloqueados e/ou isolados, contra a pressurização:

- Unidades compressoras;
- Válvulas de segurança (utilizar disco de blindagem e juntas);
- Indicadores de nível (as válvulas de purga, após as válvulas de bloqueio, devem permanecer abertas);
- Controladores de nível;
- Bombas de amônia;
- Extrator (Purgador) de ar;
- Indicadores de pressão (manômetros);
- Todo e qualquer eventual instrumento de baixa pressão e acessórios;

- Todas as válvulas solenoides deverão permanecer abertas, por meio de energia elétrica (se normalmente fechadas), ou através dos próprios dispositivos de operação manual;
- Válvulas motorizadas e/ou pneumáticas também deverão permanecer na condição aberta;
- Válvulas de retenção localizadas na descarga das unidades compressoras deverão ser desmontadas para retirar o miolo interno, a fim de permitir a passagem de pressão até as válvulas de fechamento;
- Todas as flanges pertencentes à tubulação (se houver) deverão ser revestidos na junção com uma fita adesiva e, um pequeno furo deverá ser efetuado na parte superior. Obs.: Deverá ser verificado, previamente, através de uma cópia do fluxograma da planta, que toda a tubulação a ser testada (soldas, conexões, ligações, flanges, juntas, etc.) será atingida pela pressão a ser introduzida; e o fluxograma, devidamente marcado por indicação em cor, deverá ser anexado ao Certificado de Teste de Pressão. Em caso de sistemas com pressões de teste diferentes entre o lado de baixa e o lado de alta pressão, os lados deverão ser isolados e os testes deverão ser realizados em etapas distintas, considerando as respectivas pressões requeridas.

Precauções quanto a proteção de pessoas

Toda a área da instalação a ser pressurizada, deverá ser interditada, e somente será permitida a presença de pessoas a uma distância mínima de 10 metros do extremo da instalação, protegidas por meio de anteparos de concreto.

Avisos adequados deverão ser colocados em locais estratégicos para se evitar a entrada inadvertida de pessoas.

A equipe de segurança da empresa e/ou do corpo de bombeiros da localidade (previamente acionado pela empresa) deverão garantir isolamento da área, permitindo acesso apenas à equipe de teste.

Deve-se atentar para o fato da existência constante do risco de possíveis rupturas de tubos e/ou componentes, colocando em risco a vida das pessoas nas proximidades.

Portanto, todas as pessoas presentes ao teste deverão estar adequadamente protegidas.

Equipamentos a serem utilizados

- Compressor de ar com pressão de descarga até 6 bar e compressor de ar com pressão de descarga até a pressão de teste, a serem instalados em locais apropriados e distantes da instalação, a fim de garantir a proteção dos operadores;

Obs.: Os compressores de ar deverão possuir válvula de segurança e manômetro.

- Cilindros de Nitrogênio;
- Termômetro de mercúrio calibrado, com divisão de escala no mínimo de 0.1°C e manômetros de alta pressão, calibrados e com divisão de escala no mínimo de 0.10 bar, a serem instalados na Sala de Máquinas, para controlar as diversas variações das condições ambientais, as quais influenciam diretamente nos resultados dos testes;

Procedimento

1º Estágio

- a) Pressurização da instalação com ar comprimido seco e/ou Nitrogênio, até a pressão de 200 kPa g (2.0 bar g);
- b) Verificação cuidadosa de todas as soldas e conexões quanto a vazamentos, por meio de solução de água e sabão;
- c) Marcação dos eventuais vazamentos observados para posterior correção;
- d) Elevação da pressão para 4 bar g e realizar nova verificação de vazamentos;
- e) Despressurização da instalação e realização dos eventuais reparos.

Não realizar nenhum reparo com o sistema pressurizado.

2º Estágio

- f) Injeção de ar comprimido seco e/ou Nitrogênio até obter a pressão de teste em condição estável;
- g) Manter a pressão de teste por 2 horas, com variação inferior a 1% e em seguida reduzi-la para 1050 kPa g (10.5 bar g); h) A pressão de 1050 kPa g (com variação inferior a 1%) deverá ser mantida por um período de 12 horas;
- i) Todas as soldas e conexões serão novamente verificadas por meio da solução de água e sabão, antes da despressurização total da instalação;
- j) Caso seja detectado algum vazamento, após a despressurização do sistema, os eventuais reparos deverão ser realizados e o teste deverá ser executado novamente até que se garanta a total estanqueidade;
- k) Emissão de Certificado de Teste de Estanqueidade.

Procedimento de vácuo e desidratação

Após a certificação do teste de estanqueidade, antes da aplicação do isolamento térmico e antes de realizar a carga de amônia, o sistema deverá ser cuidadosamente evacuado para remoção de todos os gases não condensáveis e da umidade contida no interior do sistema. A evacuação pode durar de 25 a 40 horas para atingir a pressão requerida, dependendo do volume interno da instalação, do conteúdo de umidade presente no interior do sistema e da capacidade e estado da bomba de vácuo utilizada.

O nível de vácuo a ser atingido para sistemas que irão operar com amônia é cerca de 0.66 kPa abs (5.0 mmHg).

Nessa pressão o ponto de ebulição da água é de +/- 0°C.

Preparação

Todos os componentes que foram isolados para a execução do teste de estanqueidade, exceto os compressores e bombas de amônia (que em vácuo permitirão a penetração de ar através dos selos mecânicos), deverão ser abertos e/ ou desbloqueados:

- Bombas de amônia (quando herméticas);
- Válvulas de segurança (retirar os discos de blindagem);
- Indicadores de nível (fechar a válvula de purga e abrir as válvulas de bloqueio);
- Controladores de nível (fechar a válvula de purga e abrir as válvulas de bloqueio);
- Extrator (Purgador) de ar;
- Indicadores de pressão (manômetros) e controladores de pressão (pressostatos);
- Todo e qualquer instrumento de baixa pressão e acessórios eventualmente isolados;
- Todas as válvulas solenoides (24 Vdc ou 120 Vac), deverão permanecer abertas, por meio de energia elétrica, ou através dos próprios dispositivos de operação manual;
- As válvulas motorizadas e/ou pneumáticas também deverão permanecer na condição aberta;
- As válvulas de retenção localizadas na descarga das unidades compressoras deverão ser remontadas.

Equipamentos a serem utilizados

- Bomba de vácuo de tamanho adequado (capacidade de 10 a 25 Nm³/h);

- Manovacuômetro com escala de vácuo em kPa abs ou em mmHg (Torr) e “manifold”;
- Tubo de aço carbono ou mangueira flexível com trama em aço inox apropriada, com conexões fêmeas em ambas as extremidades;
- Cilindros de Nitrogênio.

Procedimento

A conexão da bomba durante o processo de vácuo será feita através da válvula de carga, localizada na descarga da tubulação do recipiente de líquido, por meio de tubo ou da mangueira flexível.

Vácuo Primário

Inicia-se a evacuação e, durante o processo, a pressão poderá ser verificada no manovacuômetro, onde percebe-se que a pressão no interior da instalação (atmosférica, aprox. 100 kPa abs ou 760 mmHg) decresce rapidamente até cerca de 3 kPa abs (~20 mmHg), ou ligeiramente abaixo.

Até o presente, apenas o ar e os gases incondensáveis foram removidos.

Em seguida a pressão passa a diminuir mais lentamente, pois só então a água começa a evaporar. Recomenda-se verificar os pontos baixos onde pode haver enclausuramento de água e aquecer estes pontos para acelerar o processo de evaporação.

Quando a pressão atingir aproximadamente 0.7 kPa abs (5.5 mmHg), após cerca de 15 horas do início do processo, a bomba será desligada por um período de 1 hora e a pressão será verificada no manovacuômetro.

Um aumento da pressão indica a evaporação da umidade que ainda se encontra no sistema.

Neste caso, continuar o processo por mais 10 horas, e em seguida desligar a bomba novamente, para a verificação da estabilidade da pressão.

O processo deve continuar até que a pressão atinja o valor de 0.66 kPa abs(5.0 mmHg) e se mantenha estável.

Em seguida a bomba será desligada e isolada do circuito e essas condições serão mantidas por mais 6 horas.

8.4.5 Quebra de vácuo O vácuo atingido será “quebrado” por meio da injeção de Nitrogênio no sistema, até que a pressão retorne à pressão atmosférica inicial.

Vácuo Secundário

A evacuação é efetuada novamente até que a pressão atinja o valor de 0.66 kPa abs (5.0 mmHg).

Carga Primária de amônia

Após o processo do vácuo secundário, a instalação estará apta para receber a primeira carga de amônia.

Inicialmente, a carga será realizada até o sistema atingir 700 kPa g (7.0 bar g).

Recomenda-se ainda que durante este período o sistema seja inspecionado com detectores de amônia.

Máscaras apropriadas deverão estar disponíveis em caso de emergência.

Ao final, todos os componentes, válvulas e elementos de controle deverão ser retornados à posição normal de operação com o sistema parado.

Carga de amônia

Em caso do uso de cilindros para a carga de amônia, recomenda-se conectar apenas um cilindro por vez.

Em caso de alimentação por mais de um cilindro, deve-se tomar o cuidado para que não haja fluxo de um cilindro para o outro através do uso de válvulas de retenção em cada conexão de alimentação de cada cilindro, de modo a impedir o fluxo para dentro dos cilindros.

A válvula de carga de amônia para o sistema deve ser compatível com o tamanho do sistema e deve possuir uma válvula de retenção para impedir retorno de fluxo do sistema para o elemento de carga (cilindro ou caminhão tanque).

O ponto de carga e o cilindro deverão estar posicionados em área externa, em um local protegido, onde não haja risco para o restante da equipe de operação.

A área deve ser isolada e um aviso deve ser colocado informando que o sistema está sendo carregado com amônia.

Quando utilizado caminhão tanque, recomenda-se bombear amônia para o recipiente de líquido utilizando bombas de amônia próprias do caminhão (quando houver).

No caso de caminhão tanque, o fornecedor de amônia deverá apresentar a seguinte documentação para liberação do abastecimento:

- Identificação da carga de amônia, com informações do fabricante da amônia, certificado de procedência e certificado de pureza (mínimo de 99.95%);
- Certificado de procedimento de vácuo no tanque do caminhão antes da carga de amônia; • Procedimento escrito das operações de abastecimento de amônia;

- Certificado de integração do profissional para atividade de risco na área e certificado de treinamento do profissional para o procedimento de operações de abastecimento de amônia.

O fornecedor deverá ainda prover mangueira apropriada e conexão de engate rápido para o ponto de carga de amônia da instalação.

Em caso de diferença de diâmetros entre a mangueira e a conexão de carga do sistema, não poderão ser utilizadas reduções em série (montadas na hora) para a conexão.

O fornecedor deverá prover um dispositivo de redução apropriado e que já seja montado na mangueira.

Antes de iniciar a operação, inspecionar a mangueira do fornecedor verificando se a mesma é adequada para a operação e se há um ponto de dreno para esvaziamento final da mangueira após a carga.

Prover água em abundância no local (mangueira com água corrente) e utilizar EPI adequado para o serviço (pelo menos botas, luvas e máscara específica).

Após instalar a mangueira que interliga o caminhão tanque com o ponto de conexão de carga de amônia da instalação deverá ser realizado o seguinte procedimento de carga:

- Registrar o volume inicial de amônia no recipiente de líquido;
- Abrir a válvula de conexão de carga de amônia da instalação (100%);
- Seguir a operação conforme o procedimento escrito do fornecedor;
- Durante o procedimento, o operador de carga de amônia deve permanecer ao lado do conjunto de válvulas do caminhão para o fechamento imediato das válvulas de carga em caso de emergência;
- Quando a carga estiver completada, fechar a válvula de conexão de carga de amônia da instalação;
- Fechar a válvula de conexão de amônia do caminhão-tanque;
- Drenar o resíduo de amônia do trecho da mangueira para um tambor com água;
- Retirar a mangueira das conexões de carga de amônia da instalação e do caminhão tanque;
- Registrar a massa da carga de amônia injetada na instalação. Para o cálculo da massa total injetada, além do registro da variação de volume no recipiente de líquido (e posterior cálculo de massa através da densidade da amônia na

temperatura ambiente), recomenda-se pesar cada cilindro antes e depois da carga ou pesar o caminhão tanque antes e depois da carga (quando possível).

Durante o procedimento de carga, um dos compressores (de preferência de duplo estágio e de menor capacidade), deverá estar preparado, com a devida carga de óleo e ligação elétrica, para entrar em funcionamento.

Deve-se levar em conta que durante este período, o compressor estará operando fora das condições normais de operação (pressão e temperatura) para as quais o sistema foi projetado.

Testes dos Dispositivos de Proteção do Sistema

Os testes dos dispositivos de proteção dos compressores deverão ser executados pelo profissional responsável pelo “Start-Up” dos compressores (designado pelo fabricante dos compressores).

Os demais dispositivos deverão ser executados pelo profissional responsável pelo “Start-Up” do sistema (designado pelo instalador) e/ou responsáveis pelos outros equipamentos fornecidos.

Os testes deverão ser conduzidos e supervisionados pelo engenheiro designado pelo cliente como autoridade de Comissionamento.

Todos os dispositivos deverão ser verificados previamente para certificar que os valores de ajuste de campo estão de acordo com o valor de ajuste estabelecido no projeto para cada dispositivo.

Alta pressão de descarga

Este deverá ser o primeiro dispositivo a ser testado.

O valor de ajuste do dispositivo de proteção de alta pressão de descarga do alívio de pressão instalado no lado de mesma pressão de operação do dispositivo de proteção do compressor.

Para o teste, a pressão de descarga de cada compressor deve ser aumentada gradativamente (através do fechamento de válvula na linha de descarga, após o ponto de tomada de pressão onde está instalado o dispositivo), até que o dispositivo de proteção atue, provocando o desligamento imediato do compressor quando a pressão atingir o valor de ajuste.

Caso a pressão de descarga ultrapasse o valor de ajuste do dispositivo de proteção, o compressor deverá ser desligado imediatamente (através de botão de emergência, ou de parada instantânea).

Neste caso, o dispositivo deve ser substituído ou reparado (deverão ser verificados os elementos mecânicos e elétricos do dispositivo) e após a correção, o teste deverá ser refeito.

Em compressores com painéis de controle microprocessados, o valor de ajuste da pressão de descarga para desligamento poderá ser diminuído durante o teste para facilitar o procedimento e evitar pressão muito elevada no sistema.

Após a conclusão do teste, o valor de ajuste deverá ser corrigido para a condição estabelecida no projeto.

Baixa pressão de sucção

Para o teste, a pressão de sucção de cada compressor deve ser diminuída gradativamente (através do fechamento de válvula na sucção), até que o dispositivo de proteção atue, provocando o desligamento imediato do compressor quando a pressão atingir o valor de ajuste.

Caso a pressão de sucção ultrapasse o valor de ajuste do dispositivo de proteção, ou o compressor deverá ser desligado ou a pressão de sucção elevada (através da abertura da válvula).

Neste caso, o dispositivo deve ser substituído reparado (deverão ser verificados os elementos mecânicos e elétricos do dispositivo) e após a correção, o teste deverá ser feito.

Baixa pressão diferencial de óleo

O dispositivo de proteção da pressão diferencial de óleo do compressor, normalmente está associado a um temporizador para evitar a parada do compressor durante a partida quando a pressão diferencial de óleo é baixa. Isto deve ser levado em conta durante o procedimento de teste.

O teste do temporizador pode ser realizado em bancada específica montada no local ou através do isolamento das tomadas de pressão do dispositivo de pressão diferencial do óleo (caso hajam válvulas de bloqueio dos pontos de tomada de pressão).

O dispositivo de proteção de pressão diferencial de óleo poderá ser testado alterando-se o valor de ajuste para um valor superior ao de projeto para facilitar o procedimento. Após a conclusão do teste, o valor de ajuste deverá ser corrigido para a condição estabelecida no projeto.

Alta temperatura de descarga/ alta temperatura de óleo

Em compressores com painéis de controle microprocessados, recomenda-se alterar o valor de ajuste da temperatura de desligamento para um valor inferior durante o teste. Após a conclusão do teste, o valor de ajuste deverá ser corrigido para a condição estabelecida no projeto.

Outros dispositivos de proteção

Todos os demais dispositivos de proteção de alarme e desligamento dos compressores deverão ser testados, incluindo dispositivos para baixa temperatura e dispositivos de proteção externos, tais como controladores de nível de líquido (alarme e desligamento por nível alto ou nível baixo).

Também deverão ser testados os dispositivos de proteção dos demais equipamentos, tais como bombas de amônia e máquinas fabricação de gelo.

Os testes deverão ser realizados conforme as recomendações do fabricante.

Sistemas de proteção de emergência

Também deverão ser testados os seguintes sistemas auxiliares:

- Sistema de Ventilação Normal da Sala de Máquinas;
- Sistema de Ventilação de Emergência;
- Botões de Emergência (parada instantânea de equipamentos e da instalação);
- Válvula Solenóide Principal da Linha de Líquido;
- Estações de Lava-Olhos e Chuveiros tipo Dilúvio de Emergência;
- Detectores de amônia.

Os testes deverão ser realizados conforme as recomendações do fabricante.

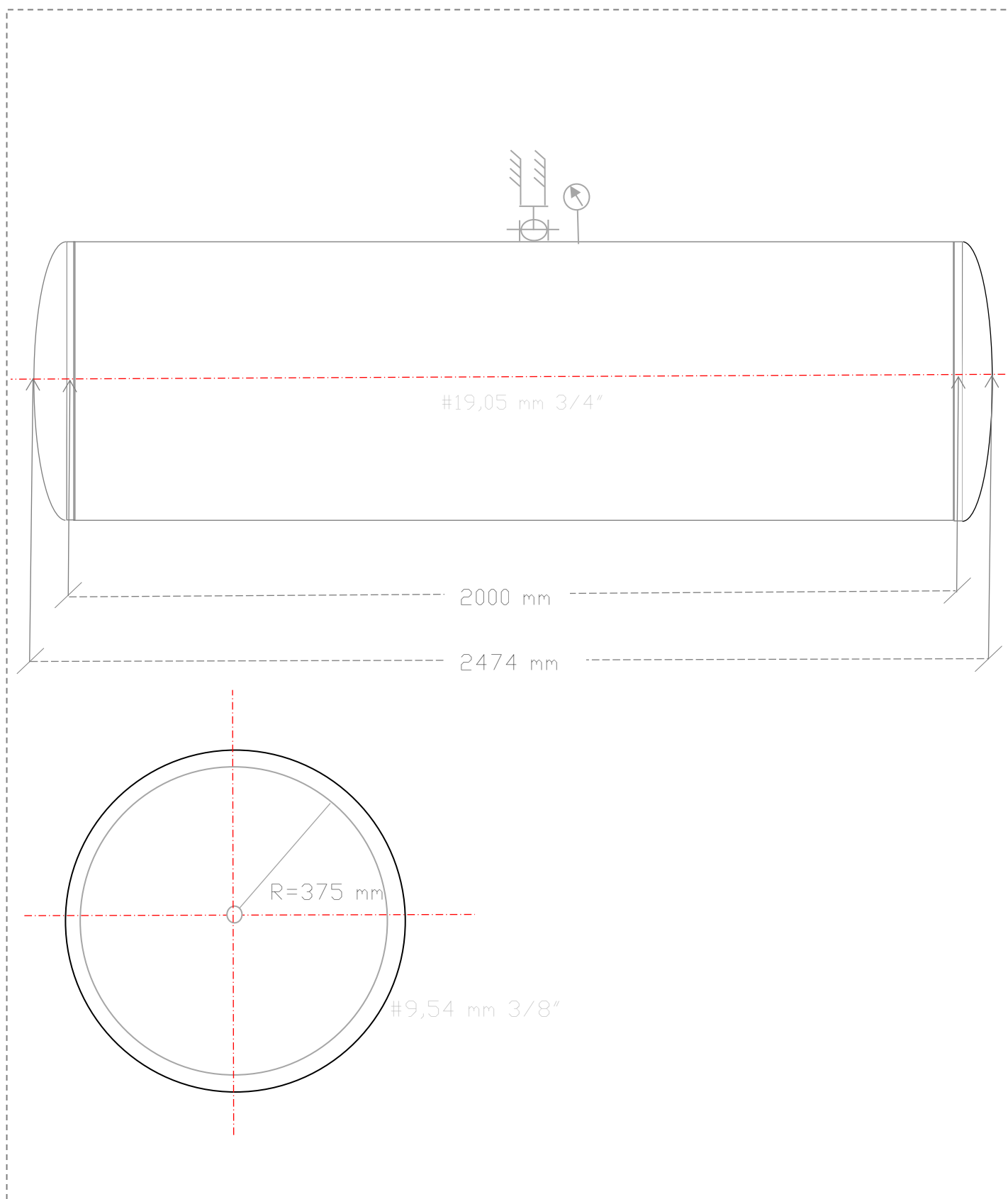
Operação assistida

Após a conclusão dos testes dos dispositivos de proteção, as rotinas do “Start Up” poderão seguir adiante com os ajustes das válvulas de controle e demais elementos de controle para a correta operação dos equipamentos e do sistema.

Durante o procedimento de “Start-Up” deverá haver um monitoramento das pressões e temperaturas de operação do sistema e constantes inspeções sobre vazamentos de amônia.

Em caso de qualquer anormalidade, o sistema deve ser parado imediatamente e as causas devem ser identificadas e corrigidas antes de retornar ao funcionamento.

DIMENSIONAL



RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Responsabilidade Técnica

Alfa Service

57.413.969/0001-01

ART - Supervisão/Coordenação

13202501355172

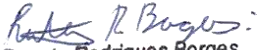
Renato Rodrigues Borges

Engenheiro Mecânico/Engenheiro de Segurança do Trabalho

Crea 1008294713D-GO

5071587938-SP

RNP: 1008294713


Renato Rodrigues Borges
Eng. Mecânico
CREA: 1008294713D-GO

Bataguassu, 01 de Dezembro 2025



Anotação de Responsabilidade Técnica -
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MS

ART DE OBRA/SERVIÇO
1320250135172

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do MS

1. Responsável Técnico

RENATO RODRIGUES BORGES	RNP: 1008294713
Título Profissional: ENGENHEIRO MECÂNICO - ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO	Registro: GO1008294713
Empresa Contratada:	Registro:

2. Dados do Contrato

Contratante: ALFA SERVICE CONSULTORIA EMPRESARIAL LTDA	CPF/CNPJ: 57.413.969/0001-01	
Rua: RUA ACOTIPA	Bairro: ITAQUERA	Número: 65
Cidade: SÃO PAULO	UF: SP	País: Brasil
Contrato:	Celebrado em: 23/10/2025	CEP: 08.210-040
Valor: R\$ 2.000,00	Tipo de Contratante: PESSOA JURÍDICA	Vinculado à ART:
Ação Institucional:		

3. Dados Obra/Serviço

Logradouro	Bairro	Número	Complemento	Cidade	UF	País	Cep	Coordenada
RODOVIA 267	ZONA RURAL	SN	KM 35	BATAGUASSU	MS	BRA	79.780-000	
Data de Início: 23/10/2025		Previsão Término: 23/12/2026		Código:				
Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA		Proprietário: MARFRIG GLOBAL FOODS		CPF/CNPJ: 03.853.896/0027-89				
Finalidade: INDUSTRIAL								

4. Atividades Técnicas

Supervisão	Quantidade	Unidade
Análise Prevenção e Controle de Riscos -> Gerenciamento e Controle de Riscos -> de controle de riscos	1,0000	unidade (un)
Inspeção Mecânica -> Sistemas Fluidodinâmicos -> de sistemas e redes	1,0000	unidade (un)
Inspeção Prevenção e Controle de Riscos -> Segurança em Redes e Tubulações de Fluidos, Gases e Vapores -> de segurança em redes e tubulações de fluidos, gases e vapores	2,0000	unidade (un)
Inspeção Prevenção e Controle de Riscos -> Segurança em Caldeiras e Vasos de Pressão -> de segurança em caldeiras e/ou vasos de pressão (NR13)	1,0000	unidade (un)

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

NR 12 - OPERAÇÃO DE MÁQUINAS NR 13 - CALDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO NR 36 - ABATE E PROCESSAMENTO

6. Declarações

Cláusula Compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio de Centro de Mediação de Arbitragem - CMA vinculado ao CREA-MS, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Profissional

Contratante

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Local	data
016.073.521-17 - RENATO RODRIGUES BORGES	
57.413.969/0001-01 - ALFA SERVICE CONSULTORIA EMPRESARIAL LTDA	

9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creams.org.br ou www.confrea.org.br.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creams.org.br / creams@creams.org.br
Tel: (67)3368-1000 / 0800-368-1000



CREA-MS
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do
Mato Grosso do Sul

Nosso Número: 140000000018309432

Valor ART: R\$ 103,03

Registrada em 24/10/2025

Valor Pago: R\$ 103,03

Documento assinado digitalmente



RENATO RODRIGUES BORGES
Data: 27/10/2025 15:00:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente

GETULIO JOSE VIEIRA JUNIOR
Data: 30/10/2025 15:52:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

